

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

Année 1931

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

Georges Ernest BERNIÈRE

Né le 9 Décembre 1900 à Papeete (Tahiti)

Ancien Externe des Hôpitaux de Paris

SUR LES CAUSES DE VICIATION

DE

L'ATMOSPHÈRE LIBRE ET CONFINÉE

ET LES

MOYENS D'Y REMÉDIER

Président : M. TANON, Professeur

PARIS

LIBRAIRIE LOUIS ARNETTE

2, RUE CASIMIR-DELAUVIGNE, 2

1931

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

Année 1931

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

Georges Ernest BERNIÈRE

Né le 9 Décembre 1900 à Papeete (Tahiti)

Ancien Externe des Hôpitaux de Paris

SUR LES CAUSES DE VICIATION

DE

L'ATMOSPHÈRE LIBRE ET CONFINÉE

ET LES

MOYENS D'Y REMÉDIER

Président : M. TANON, Professeur

PARIS

LIBRAIRIE LOUIS ARNETTE

2, RUE CASIMIR DELAVIGNE, 2

1931

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	ROUVIERE.
Anatomie médicale-chirurgicale et chirurgie expérimentale	GRÉGOIRE.
Physiologie	BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie générale	DESGREZ.
Bactériologie	LEMIERRE.
Parasitologie et histoire naturelle médicale.	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales	BAUDOUIN.
Pathologie médicale	CLERC.
Pathologie chirurgicale	LENORMANT.
Anatomie pathologique	ROUSSY.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	LOEPER.
Hygiène et Médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	MENETRIER.
Pathologie expérimentale et comparée	RATHERY.
Hydrologie thérapeutique et climatologie.	M. VILLARET.
Clinique médicale.	CARNOT.
	BEZANÇON.
	ACHARD.
	Marcel LABBÉ
Hygiène et clinique de la première enfance.	LEREBOULLET.
Clinique des maladies des enfants	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale.	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux.	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	TEISSIER.
	DELBET.
Clinique chirurgicale.	CUNÉO.
	LEJARS.
	GOSSET.
Clinique ophtalmologique	TERRIEN.
Clinique urologique	LEGUEU.
	COUVELAIRE.
Clinique d'accouchements	BRINDEAU.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique	J.-L. FAURE.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie.	OMBREDANNE.
Clinique thérapeutique médicale	VAQUEZ.
Clinique oto-rhino-laryngologique	SEBILEAU
Clinique thérapeutique chirurgicale.	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique.	SERGENT.
Clinique de la tuberculose	Léon BERNARD
Professeur sans chaire.	MAUCLAIRE.



II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

ALAJOUANINE Neurologie et Psychiatrie.
 AUBERTIN . . Pathologie médicale.
 BÉNARD (Henri) Pathologie médicale.
 BINET Physiologie.
 SANMÉ . . . Chimie biologique.
 BROCC Pathologie chirurgicale.
 BRULÉ Pathologie médicale.
 CADENAT . . Pathologie chirurgicale.
 CATHALA . . Pathologie médicale.
 CHABROL . . Pathologie médicale.
 CHEVALLIER. Pathologie médicale.
 De GAUDART D'ALLAINES Pathologie chirurgicale.
 DOGNON . . . Physique.
 DONZÉLOT. . Pathologie médicale.
 ECALLE Obstétrique.
 FEY Urologie.
 GARNIER. . . Pathologie expérimentale.
 GASTINEL . . Bactériologie.
 GATELLIER . Pathologie chirurgicale.
 GIROUD . . . Histologie.
 HARVIER. . . Pathologie médicale.
 HOVELACQUE Anatomie.
 HUTINEL. . . Pathologie médicale.
 JOANNON. . . Hygiène.
 LABBÉ (Henri). Chimie biologique.

MM.

LAROCHE (Guy) Pathologie médicale.
 LEMAITRE. . . Oto-rhino-laryngologie.
 HUGUENIN. . . Anatomie pathologique.
 LEVEUF Pathologie chirurgicale.
 LEVY-VALENSI Neuro-psychiatrie.
 LIAN. Pathologie médicale.
 HAZARD . . . Pharmacologie.
 MILLOT. . . . Histologie.
 MONDOR . . . Pathologie chirurgicale.
 MOREAU . . . Pathologie médicale.
 MOULONGUET. . . Pathologie chirurgicale.
 MOURE Pathologie chirurgicale.
 MULON. . . . Histologie.
 OBERLING . . Anatomie pathologique.
 OLIVIER . . . Anatomie.
 PIEDELIÈVRE Médecine légale.
 PORTES Obstétrique.
 QUENU. . . . Pathologie chirurgicale.
 RICHEL Fils . Physiologie.
 SÉZARY. . . . Dermatologie et syphiligraphie.
 VALLERY-RA-
 DOT (Pasteur). Pathologie médicale.
 VAUDESCAL . Obstétrique.
 VELTER Ophtalmologie.
 VERNE Histologie.
 VIGNES. . . . Obstétrique.

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

pour le service des examens

MM.

GUÉNIOT Obstétrique.
 LEQUEUX Obstétrique.
 LEROUX Anatomie pathologique.

MM.

NEVEU LEMAIRE Parasitologie.
 RETTERER . . Histologie.
 ZIMMERN. . . Physique.
 BUSQUET. . . Pharmacologie.

IV. — AGREGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE

à titre permanent

MM.		MM.	
ABRAMI . . .	Clinique médicale.	HEITZ BOYER	Clinique chirurgicale.
CHIRAY. . . .	Clinique médicale.	MATHIEU. . .	Clinique chirurgicale.
DEBRE	Clinique médicale.	MOCQUOT . .	Clinique chirurgicale.
DUVOIR. . . .	Clinique médicale.	PROUST . . .	Clinique chirurgicale.
FIESSINGER .	Clinique médicale.	SCHWARTZ. .	Clinique chirurgicale.
LIGNEL-LAVASTINE . .	Clinique médicale.	LE LORIER . .	Clinique obstétricale.
BASSET	Clinique chirurgicale.	LEVY-SOLAL.	Clinique obstétricale.
CHEVASSU. . .	Clinique chirurgicale.	METZGER. . .	Clinique obstétricale.

V. — CHARGÉS DE COURS

MM. MAUCLAIRE, professeurs sans chaire.	)	Chargé du cours de chirurgie orthopédique chez l'adulte pour les accidentés du tra- vail, les mutilés de guerre et les infirmes adultes.
FREY	)	Stomatologie.
CHAILLEY-BERT	)	Education physique.
LEDoux-LEBARD	)	Radiologie clinique.
WEIL-HALLÉ	)	Puériculture.

*Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions
mises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme
propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni impro-
bation*

A MES PARENTS

A SOEUR MARIE

MEIS ET AMICIS

A M. le Professeur LOUIS TANON

Professeur d'Hygiène à la Faculté de Médecine de Paris
Médecin chef des Services d'Hygiène de la Préfecture de Police
Conseiller technique sanitaire du Ministère de la Santé Publique
Chevalier de la Légion d'Honneur

*Qui nous a inspiré le sujet de cette
thèse et nous a fait le grand honneur
de la présider.*

*Témoignage d'admiration et de pro-
fonde reconnaissance.*

A M. le Docteur CLERC

Assistant d'Hygiène à la Faculté de médecine de Paris

*Qui m'a guidé de ses précieux conseils.
En témoignage de ma profonde reconnaissance.*

A M. le Docteur MÉTIVET

Chirurgien des Hôpitaux
Chevalier de la Légion d'Honneur

En souvenir de l'excellent enseignement qu'il m'a donné à sa consultation de l'Hôpital Ambroise Paré et à celle de l'Hôpital la Pitié.

En témoignage de mon profond dévouement et de ma reconnaissance.

A MES MAITRES DANS LES HOPITAUX

M. le Professeur P. DELBET.

M. le Professeur F. BEZANÇON.

M. le Docteur ENRIQUEZ (*in memoriam*).

M. le Professeur LENORMANT.

M. le Docteur MÉTIVET.

M. le Docteur RAMADIER.

M. le Docteur RAVAUT.

M. le Docteur FERRAND.

M. le Professeur agrégé METZGER.

INTRODUCTION

Dans ce travail nous nous proposons de passer en revue et de commenter les travaux qui ont été faits jusqu'à ce jour sur l'air vicié et l'air confiné.

Après quelques lignes sur l'historique de la question des premiers âges de la médecine à Lavoisier nous exposons la conception ancienne dominée par la théorie des miasmes, qui régna en maîtresse jusqu'aux grandes découvertes de la fin du ^{xix}^e siècle.

C'est après les travaux de Pasteur que la conception moderne commence à poindre à l'horizon ; cette théorie biochimique ira s'affirmant de plus en plus jusqu'à nos jours, elle fait l'objet de la deuxième partie de ce travail.

Dans la troisième partie nous traitons des effets de l'air vicié, des intoxications et des maladies survenant chez des individus soumis à l'influence nocive de l'air vicié et de l'air confiné. Dans cette partie nous avons consacré un chapitre spécialement à l'étude de l'anthropotoxine.

La quatrième et dernière partie traite enfin des moyens dont nous disposons pour la lutte contre les causes de viciation de l'atmosphère, qu'elle soit libre ou confinée.

HISTORIQUE

L'étude de l'air a de tout temps passionné les chercheurs ; aussi pouvons-nous suivre à travers les âges les étapes successives parcourues par les savants dans la découverte de la composition de l'air pur d'abord, puis de l'air vicié et de l'air confiné.

Déjà les anciens philosophes, par une vue de l'esprit vraiment bien remarquable et en contradiction avec toutes les apparences extérieures, regardaient les différents corps de la nature comme formés d'un très petit nombre d'éléments, que certains auteurs réduisaient même à un seul. Pour Thales c'était l'eau, pour Héraclite le feu ; Anaximène, de Millet, y substitua l'air, qu'il présenta comme le principe unique de toutes choses. Suivant lui tout est constitué par l'air, en provient et y retourne ; cet air infini dans son essence, mais fini quant à ses qualités c'est notre âme, c'est Dieu lui-même : par sa condensation et sa raréfaction il produit tous les êtres (*Le Pseudo Plutarque* de Placit. philos. 1. 3. ; Cicéron de Natura Deor).

Empedocles, réunissant les différentes hypothèses de ses devanciers, admet l'air au nombre des quatre élé-

ments, qui, avec les quatre qualités, le chaud, le froid, l'humide et le sec, formaient la base de son système. Ce système diversement modifié par la succession des écoles dogmatiques, régna, on peut le dire, jusqu'à l'époque des immortelles découvertes accomplies par les chimistes du XVIII^e siècle.

Au total les anciens faisaient jouer à l'air un grand rôle dans leur physique, leur chimie et leur physiologie. L'analogie qui existe entre les fluides aériformes et l'idée qu'on se faisait alors de l'âme et des esprits explique très bien cette confusion avec l'âme du monde ; le souffle divin ; et enfin cette opinion de certains auteurs que, dans la respiration, l'air, outre la réfrigération de la chaleur innée, sert aussi à alimenter, à fortifier l'âme ou le principe de la vie (*Praxagora in Galien de utilitate respirationis*, c. I).

Les altérations de l'air ont été signalées par les anciens médecins comme causes pathogéniques. L'auteur du traité des vents qui figure dans les œuvres d'Hippocrate, regarde l'air, l'air extérieur s'entend, comme la cause unique des maladies ; tant diverses soient-elles. Les fièvres, les fièvres épidémiques dépendent de l'infection de l'air par des miasmes, ennemis de l'organisme. Moins exclusif, l'auteur du traité de la « nature de l'homme » admet seulement comme dues à l'atmosphère, qui est commune à tous, les affections épidémiques, tandis que les sporadiques ou individuelles dépendent du régime, qui diffère suivant chaque personne. Du reste, les connaissances et les idées des anciens sur ce sujet

sont parfaitement résumées dans le passage suivant emprunté à Galien par Oribase : « Le meilleur air est celui qui est parfaitement pur ; il sera tel s'il n'est pas rendu trouble par des évaporations d'étangs ou de marais ou de quelques gouffres qui exhalent des gaz (αερα) pernicioeux, comme il y en a aux environs de Sardes et d'Hiéropolis. L'air trouble par l'existence de quelque canal, de ceux, par exemple, qui servent à recevoir les immondices d'une grande ville ou d'une armée nombreuse, est également mauvais ; il en est de même de celui qui est souillé par des matières en putréfaction : animaux, graines, légumes ou ordures. L'air chargé de brouillards, par suite du voisinage d'une rivière ou d'un étang, et celui qui, enfermé dans un bas fond environné de tous côtés de montagnes élevées, n'est jamais agité par les vents sont certainement malsains ; car dans ce dernier cas, l'air est étouffant et putride à la façon de celui qui est enfermé dans certains appartements où il se forme de la moisissure par suite de putréfaction et l'absence de ventilation. L'air dans ces conditions est pernicioeux à tout âge, de même que l'air parfaitement pur est profitable à tout âge ». (*Coll. med.* IX. l. traduit de Daremberg et Bussemaker, t. II, p. 281. Paris, in 8°).

Ces notions relatives aux circonstances qui peuvent rendre l'air nuisible à la santé furent, à peu de chose près, reproduites par les arabes et les auteurs du moyen âge. Les pestes, les grandes épidémies si fréquentes pendant cette période avaient fortement attiré l'attention des médecins sur les différentes causes d'altération de

l'atmosphère. Mais en même temps, cette observation que les individus habituellement exposés à des émanations putrides sont souvent exempts de la peste, avait suggéré à beaucoup de personnes l'idée de chasser le miasme pestilentiel par de mauvaises odeurs. C'est ainsi que s'était répandu l'usage, en temps d'épidémie, de brûler de la corne ; que certains conseillaient d'entretenir des boucs dans les maisons, (Ambroise Paré, *Œuvres* I, XXII, c. VII) de respirer plusieurs fois par jour, les émanations des latrines ou des étables de brebis (Pictor *Les sept dialogues*, trad. fr. par A. Pasquet p. 17. Paris, 1528 in 4°)

La chimie, inconnue des anciens, commençait alors à se montrer à la lueur du fourneau des alchimistes. Ceux-ci avaient vu dans leurs expériences se dégager certains fluides différents de l'air atmosphérique. Le célèbre moine d'Oxford, Roger Bacon, après avoir constaté que l'air alimente le feu, fait observer qu'il y a aussi un autre air qui l'éteint (*speculum alchimix*). De son côté, Basile Valentin étudie tout particulièrement l'air des mines, reconnaît l'action asphyxiante qu'il exerce souvent sur les ouvriers et le compare aux émanations des cuves en fermentation (Letzt. *Testam.*). Vient ensuite van Helmont qui crée le mot gaz ou gas (probablement de Geist, esprit) pour désigner les divers fluides aériformes parmi lesquels il distingue et étudie particulièrement le gaz sylvestre (acide carbonique) dont il reconnaît très bien l'origine et les principaux caractères. (*Complex et mixt.*, etc. p. 66) auquel enfin

il attribue l'action nuisible de la grotte du chien, de l'atmosphère des mines et des celliers (*Ibid.*, p. 68).

Boyle, à partir de 1660, publie une série de mémoires très étendus sur l'air. Il fit voir que l'air n'est pas pur, mais qu'il s'y mêle des effluves provenant du sol et des exhalaisons produites par les êtres organisés qui couvrent la surface du globe. Boyle, Hale, Black et Priestley sont en effet les premiers qui se soient aperçus que la respiration exerce une influence marquée sur l'air de l'atmosphère, qu'elle en diminue le volume, qu'elle en change la nature et qu'en un assez court intervalle de temps, le fluide qui sert à cette fonction, perd la propriété d'entretenir la vie des animaux.

Sans trop se rendre compte de ce qui se passait dans ce genre d'expérience, les chimistes de la doctrine de Sthal essayèrent d'en expliquer les résultats. Supposant que pendant la respiration il s'exhalait des poumons des animaux une certaine quantité de phlogistique, les disciples de Sthal admirent la phlogistication de l'air par la respiration, comme ils l'avaient admis pour la combustion, pour l'oxydation des métaux, et comme les produits de ces différentes opérations leur parurent identiques, ils y trouvèrent de nouveaux motifs de conclure que le phlogistique était un être identique dans les trois règnes de la nature.

Au XVIII^e siècle, Bergmann (*de l'acide aérien in Opusc.*, trad. de Guyton de Morveau, t. I., p. 62. Paris, 1780, in 8°) peut fixer ainsi la composition de l'air :

- 1° Un acide aérien libre et en très petite quantité (CO₂) ;
- 2° Un air qui ne peut servir ni à la combustion, ni à la respiration, et qu'il appelle air vicié (l'azote) ;
- 3° Un air pur absolument nécessaire à la vie animale et formant à peu près le 1/4 de la masse totale.

Il n'y avait qu'un pas à faire pour apprécier l'action réelle des différentes parties et jeter ainsi les bases de la chimie et de la physiologie modernes. Cette gloire était réservée à Lavoisier.

Armé de sa balance, Lavoisier donne d'une façon complète et irréfutable en 1772 la théorie de l'oxydation, puis celle de la combustion, de l'acidification et enfin en 1777, il expose, dans un mémoire, quelques recherches sur l'air vicié des lieux habités. Les questions à résoudre s'y trouvent posées avec la supériorité de vue qui lui est habituelle et elles ont été abordées par l'expérience avec la précision que comportaient les méthodes alors en usage.

Le premier il signale des différences de composition dans l'air lorsque celui-ci est contenu dans des enceintes fermées où un grand nombre d'individus ont séjourné pendant un temps assez long. Il cite deux expériences dans une salle d'hôpital et deux autres dans une salle de spectacle. Les proportions d'acide carbonique qu'il a reconnues dans ces diverses circonstances sont comprises entre 1,5 et 3 %. Il signale, le premier, l'acide car-

bonique non seulement comme un gaz irrespirable mais irritant et même délétère à dose peu élevée. Il n'hésite pas à attribuer à l'acide carbonique le malaise que l'on éprouve souvent dans les salles d'assemblées nombreuses, malaise que l'on attribuait généralement à la chaleur seule. Il établit par des expériences faites sur des animaux plongés dans des atmosphères limitées, que les effets observés doivent être attribués à l'action plus ou moins prolongée de l'acide carbonique à dose insuffisante pour asphyxier et non à l'affaiblissement de la proportion d'oxygène, si toutefois on ne dépasse pas certaines limites. Mais il considère lui-même le nombre de ses expériences comme insuffisant et n'accorde qu'une confiance limitée aux procédés d'expériences qu'il a mis en usage.

Toujours en 1777, ce savant annonce que la respiration est une combustion lente d'une portion de carbone que contient le sang et que la chaleur animale est entretenue par la portion calorique qui se dégage au moment de la conversion de l'air vital de l'atmosphère en gaz acide carbonique, comme il arrive dans toute combustion de carbone (*Mém. Ac. des sc.*, 1780). En 1780, il confirme ses travaux précédents et remarque que la chaleur dégagée est plus grande que celle produite par la combustion d'une même quantité de carbone à l'air libre. Cette remarque lui permet de montrer en 1785 que dans la respiration il y a également combustion de l'hydrogène du sang avec formation d'eau. Et il termine ce dernier mémoire par ces mots :

« On conçoit comment les altérations survenues dans

l'air qui nous environne peuvent être la cause de maladies endémiques, des fièvres d'hôpitaux et de prisons ; comment le grand air, une respiration plus libre, un changement de vie sont souvent pour ces dernières maladies le remède le plus efficace ».

Dès lors s'expliquent avec la plus grande facilité les causes et les effets de l'air vicié des mines, des caves, des cuves en fermentation, de l'air confiné altéré par les corps en combustion, par la présence d'un grand nombre d'êtres vivants.

Dans son mémoire sur la salubrité et l'insalubrité de l'air atmosphérique dans ses divers degrés de pureté (1792), Seguin a aussi dirigé quelques recherches vers le même but. Il n'ajoute rien aux travaux de Lavoisier. A cette époque les proportions d'azote, d'oxygène et d'acide carbonique dans l'air atmosphérique n'étaient pas encore évaluées avec exactitude.

A l'époque du choléra à Paris, Despretz fait une série d'analyses de l'air, soit libre, soit confiné sans pouvoir signaler de différences appréciables de composition relativement à l'air normal. Dans les salles de cours les proportions d'oxygène et d'azote n'ont jamais assez varié pour suggérer la remarque de l'influence du séjour des auditeurs dans l'enceinte.

A part quelques auteurs dont nous avons parlé plus haut, qui voulaient repousser les miasmes pestilentiels par les miasmes putrides, on s'accordait généralement à croire que les bonnes odeurs doivent combattre les mauvaises ; de là ces fumigations avec des substances aromatiques ou avec le vinaigre dont la coutume s'est

conservée jusqu'à nos jours dans certaines régions. En 1773, Guyton de Morveau fait connaître les véritables moyens de désinfecter l'air, c'est-à-dire de détruire les gaz nuisibles en les décomposant chimiquement. D'un autre côté la ventilation forcée qui n'était guère connue que pour les mines (*Agricola, de Re metallica*, t. VI, p. 158 et fig. Basilae, 1657, in-f°), commence à être employée à l'aide de machines aspirantes et soufflantes dans les édifices publics, les hôpitaux, les vaisseaux (Desaguliers, Tenewald, etc.) ; mais déjà on lui oppose la ventilation simple au moyen des cheminées d'appel (Parmentier).

Après ce court exposé de l'histoire de l'étude de l'air des premiers âges de la médecine à Lavoisier, il nous reste à exposer les travaux, les théories du xix^e siècle et ceux de l'époque actuelle.

CONCEPTIONS ANCIENNES : LA THÉORIE DES MIASMES

Au ^{xix}^e siècle, de Lavoisier à Pasteur s'étend une période d'une centaine d'années, très riche en travaux sur la composition de l'air atmosphérique ; comme nous allons le voir la théorie des miasmes régnait alors en maîtresse.

L'atmosphère est une masse gazeuse, transparente, de composition très complexe, qui forme autour de la terre une enveloppe dont l'épaisseur ne dépasse pas 40 km. Les éléments qui la constituent sont l'oxygène, l'azote, l'acide carbonique, l'ammoniaque, l'iode, quelques traces d'hydrogène carboné et une quantité très variable de vapeur d'eau. Ces corps sont à l'état de simple mélange ; on doit retrouver dans l'atmosphère tous les principes gazeux ou volatils qui existent ou qui se produisent soit dans les grands phénomènes météorologiques ou géologiques, soit dans les actions qui s'accomplissent pendant la vie ou après la mort des êtres organisés. Fort inégalement réparties dans l'espace, quelques-unes de ces substances, telles que les miasmes et les émanations de toutes sortes, exercent une influence très nuisible sur l'homme et les animaux. On

trouve encore dans l'atmosphère : des poussières inorganiques, des débris de végétaux, des animaux microscopiques, des grains de pollen, des germes d'infusoires disséminés par les courants d'air (Pasteur).

Boussingault et Loewy dans leurs recherches sur la composition de l'atmosphère pure des villes (Paris, Berne, Elsenour, etc.), des campagnes (Andilly, environs de Copenhague, etc.), de la pleine mer, des pays volcaniques (Guadeloupe), concluent que cette composition est sensiblement constante. Les différences qui existent varient avec les circonstances météorologiques. Les vents jouent, en effet, un très grand rôle dans la dissémination des poussières et des émanations capables de souiller l'atmosphère (miasmes).

Entre l'atmosphère et les êtres vivants les échanges gazeux sont incessants. Le développement complet et même l'existence des êtres organisés sont subordonnés aux conditions créées autour d'eux par l'océan gazeux qui les enveloppe de toutes parts ; c'est pourquoi les anciens s'attachèrent à découvrir dans l'air les causes des maladies pestilentiellles. Telle est l'origine des miasmes.

Le mot miasme (de *μῑσμή*, souillure), exclusivement réservé d'abord aux exhalaisons morbifiques qui proviennent du sol, et spécialement des marais (effluves), puis aux émanations putrides fournies par la décomposition des matières animales mortes ou séparées de l'être vivant, matières qui causent l'insalubrité des cimetières, des voiries, des clos d'équarissage, des égouts, etc., a été également employé comme syno-

nyme de foyer d'infection, d'influence nocive à distance des individus atteints d'une affection pestilentielle.

Dans les effluves des marais, dans les exhalaisons de l'homme et des animaux, dans les émanations putrides des voiries, des égouts, des fosses d'aisances, etc. il y a deux choses :

- 1° Des gaz délétères qui constituent le méphitisme dont les symptômes asphyxiques sont le principal résultat ;
- 2° Des produits bien moins connus dont l'existence n'avait alors de preuves plus certaines que les maladies qu'ils engendraient.

Les agglomérations de typhiques donneront un typhus plus certain, plus grave qu'un typhique isolé.

Les miasmes sont donc des particules de substances organiques altérées, volatiles ou emportées par les liquides volatils lors de leur évaporation, qui proviennent des tissus animaux ou végétaux en voie de décomposition, des déjections, des exhalations pulmonaires ou sudorales d'animaux sains et malades, et déterminant alors des accidents différents.

Les effluves des marais.

Gætano Giorgini dans le 29^e volume des Annales 1840, a porté son attention sur l'état de l'atmosphère dans le voisinage de certains marais aux bords de la Méditerranée, et, en se reportant aux dates et à différents documents, il a justifié la grande importance qu'il attache à leur communication temporaire avec les eaux de la mer.

Au sud des Apennins se trouve un rivage marécageux bordé à l'ouest, pendant 12 milles, par la Méditerranée, au sud par la rivière Serchio, au nord, par le Frigido, torrent qui prend sa source aux pieds des Apennins dans l'état de Masca Carrara. La plaine a 3 ou 4 milles de largeur et elle est partagée en trois bassins par le Camajore et la Pietra Santa.

Quand les eaux de mer montent, aidées par un vent N.-O., elles remplissent les bassins et inondent la contrée jusqu'au pied des montagnes. Le mélange ainsi formé n'étant pas renouvelé pendant l'été, se corrompt et répand l'infection dans le voisinage.

C'est ainsi que les effets de la malaria se reproduisent annuellement dans la contrée ; La population ne se composait que d'enfants débiles et d'hommes malades : on n'y connaissait pas la vieillesse. Tout essai d'éviter le fléau en vivant sur les collines était vain ; et si tels en étaient les effets sur les naturels du pays, ils étaient bien plus rapides encore sur les étrangers. Une seule nuit passée dans le mois d'août ou de septembre, donnait inévitablement la mort au voyageur assez imprudent pour rester aussi longtemps dans ce pays infecté.

Tel fut l'état des choses jusqu'en 1744 ; déjà Gemi-guano, Rondelli, Eustachio Manfredi et B. Zendroni avaient insisté sur la nécessité d'exclure les eaux de mer des marais. En 1744 une écluse permettant à l'eau des marais de sortir, mais empêchant celle de la mer de rentrer, fut construite à l'embouchure de la Burlamacca. Cette tentative fut couronnée d'un succès complet, et fut suivie d'une disparition rapide des maladies,

De 1809 à 1811, les mêmes mesures avec le même succès furent prises à Montignosso ; en 1821 à Montrone et Tonpalo et depuis les maladies ont complètement cessé en tous ces points.

Et l'auteur termine ce mémoire en émettant l'hypothèse que les fièvres de New-York et de Charlestown et les fièvres de l'Inde sont en rapport avec le mélange de matières animales et végétales aux eaux de mer.

Savi, en 1841, remarque que dans les pays à malaria les malaises ne deviennent certains qu'après les pluies et les inondations ; plus il y a d'alternatives de chaleur et de pluie dans une année plus les ravages des fièvres se font sentir, car les fermentations dégagent des miasmes délétères. Il conclut en disant que les influences morbides seraient dues à l'action des eaux sur certains terrains desséchés :

- 1° Les terrains renfermant des amas d'eaux stagnantes et salées, ou les terrains non immergés, mais qui renferment des matières salines et des substances organiques lorsque les pluies d'été viennent les humecter ;
- 2° Les terrains recevant les eaux minérales contenant des sulfates et des chlorures, lesquelles séjournent sur des matières organiques en décomposition ;
- 3° Les plages où s'accumulent des amas d'algues qui sont ensuite baignés par les eaux douces ou par un mélange d'eaux douces et d'eaux salées.

Les gaz hydrogène sulfuré et hydrogène carboné jouent un grand rôle dans le développement de la malaria.

L'origine de l'air insalubre serait liée à la production de ces gaz hydrogénés.

Les miasmes telluriques

Les miasmes telluriques sont des émanations fébrigènes là où le marais classique manquait absolument et où se produisaient cependant des fièvres intermittentes très légitimes (Brassac, 1863). Les émanations produites par les fleurs en décomposition peuvent produire des malaises plus ou moins graves ; la fièvre paraîtra plus sûrement si on respire les émanations de la terre végétale, de l'humus.

Les eaux marécageuses en ingestion ne donnent pas la fièvre. Les miasmes telluriques donnent la fièvre, témoin celle qu'on a vue pendant les travaux de terrassement des forts de Paris.

Les émanations fébrifères des marais semblent, à Léon Collin, n'être qu'un mode de production de miasmes telluriques. Il rapporte plus volontiers la fièvre intermittente à des émanations gazeuses mal déterminées, qu'à l'influence de particules solides vivantes ou non suspendues dans l'atmosphère.

Le miasme a pour véhicule l'air atmosphérique. Collin et ses contemporains remarquent que dans les villes de nos climats il vaut mieux habiter à la périphérie de la

ville où l'on trouve le maximum de salubrité. Dans les pays à fièvre, l'habitant des villes est plus robuste que celui des campagnes. Doni (1667), voyant l'immunité dont jouissent contre la fièvre certains quartiers infects du centre des villes, comme le ghetto à Rome, a cru que cette infection est l'une des causes préservatrices de leurs habitants contre la malaria. Dans son livre (*De restituenda salubritate Agri Romani*), il insiste sur cette purification de l'air par l'agglomération humaine.

Léon Collin conseille l'aération comme moyen physique très utile contre les miasmes, cependant il conseille de fermer les fenêtres le soir pour éviter la malaria, car mieux vaut, dit-il, s'y soustraire même en subissant les inconvénients de l'air confiné.

L'air confiné proprement dit

Les animaux empruntent au milieu ambiant une quantité d'oxygène variable avec la saison et l'espèce animale ; c'est la respiration : combustion du carbone et de l'hydrogène du sang au niveau des alvéoles pulmonaires. Ces diverses combustions produisent la chaleur nécessaire au maintien de la température propre des animaux et fournissent comme résultats définitifs des matières azotées désormais impropres à la nutrition et éliminées par les émonctoires. L'eau et l'acide carbonique s'échappent au niveau de l'appareil respiratoire et ils sont remplacés par une nouvelle dose d'oxygène. L'azote ne paraît pas participer à l'entretien des

phénomènes de la vie. L'acide carbonique est pour les végétaux ce que l'oxygène est pour les animaux. L'hydrogène carboné est trop peu abondant pour être nuisible. La présence de la vapeur d'eau est indispensable à l'existence des êtres organisés à la surface de la terre : l'air sec est néfaste ; l'air saturé d'eau a aussi une influence fâcheuse sur les êtres vivants.

Les mêmes influences qui n'impriment aux proportions des principes constituants de l'atmosphère que des oscillations sans importance au point de vue biologique, peuvent modifier profondément la composition de l'air quand elles s'exercent sur une étendue limitée, dans des enceintes closes, sur des masses plus ou moins considérables d'air confiné.

Dans les habitations particulières et dans les lieux clos destinés à de grandes réunions d'hommes, les causes de viciation de l'air sont de plusieurs ordres : d'une part, les foyers de combustion, les appareils d'éclairage et la respiration de l'homme lui-même consomment continuellement de l'oxygène et produisent de l'acide carbonique ; d'autre part les exhalations pulmonaires et cutanées déversent incessamment dans l'air ambiant de la vapeur d'eau et des émanations animales qui, par leur accumulation, peuvent exercer une influence fâcheuse sur l'économie.

Les foyers de combustion fournissent outre l'acide carbonique, l'oxyde de carbone, gaz bien plus dangereux dont il faut éviter la dissémination dans l'air des lieux habités. Il résulte en effet des expériences de Félix Leblanc que de l'air contenant 1 % d'oxyde de car-

bone, constitue une atmosphère promptement mortelle.

L'éclairage est une cause de viciation du milieu dans lequel on respire, en consommant l'oxygène qui entre dans la composition de l'air et en donnant lieu à des produits de combustion incomplète nuisibles pour la santé. Le degré de viciation varie avec les matières employées et le système de lampe utilisé.

La respiration de l'homme et des animaux enfin est une grande source d'acide carbonique. Des recherches faites en 1842 par Andral, il résulte que l'exhalation pulmonaire fournit par heure : 9 litres d'acide carbonique chez l'enfant de 8 ans, 12 litres chez la femme, et 20 litres chez l'homme; d'ailleurs tout l'oxygène de cet acide carbonique est nécessairement emprunté à l'air inspiré. Les foyers de combustion, les appareils d'éclairage ne fonctionnent eux-mêmes qu'aux dépens de l'oxygène de l'air ambiant, et exhalent incessamment des masses d'acide carbonique en rapport avec leur degré d'activité. Ces considérations suffisent pour montrer que dans les habitations particulières, il y a de puissantes causes d'altération du milieu respirable dont l'effet ne tarde pas à se faire sentir quand les précautions ne sont pas prises pour assurer le renouvellement de l'air ; d'une part, la proportion d'oxygène va sans cesse en diminuant, tandis que la quantité d'acide carbonique augmente. Déjà en 1782, nous l'avons vu, Lavoisier, dans une très belle étude sur la composition de l'air dans les salles d'hôpital et dans les salles de spectacle, avait démontré que tout espace limité où les hommes sont réunis contient moins d'oxygène et plus

d'acide carbonique qu'à l'état normal. Vers 1847, l'étude de l'altération de l'air confiné a été reprise avec beaucoup de soins par Félix Leblanc et M. Pécelet. Les recherches de Leblanc démontrent que dans une enceinte limitée, l'homme éprouve une sensation prononcée de malaise quand l'air contient de 7 à 8 millièmes d'acide carbonique en volume.

Quelle que soit leur importance, la production des gaz carbonés n'est pas la seule cause de l'insalubrité des espaces limités et habités.

L'homme, en effet, exhale par le poumon et par la peau une quantité considérable de vapeur d'eau : le milieu ambiant tend ainsi vers un état de saturation dont l'influence sur les fonctions cutanées et pulmonaires est incontestable. En outre, Pécelet, Dumas et Leblanc ont constaté que l'air enlevé par la ventilation aux salles de spectacle, aux écoles primaires, aux salles d'hôpital, à la chambre des députés, etc..., exhale une odeur fétide, odeur qui, d'ailleurs, quoiqu'à un moindre degré, quelles que soient les précautions de propreté, existe dans toutes les salles d'hôpital et même dans les chambres à coucher les mieux tenues. L'expérience démontre encore que l'eau obtenue par la condensation des vapeurs dans un lieu habité se putréfie rapidement quand on l'abandonne à elle-même. Ces faits indiquent que du corps humain et des animaux s'échappent des émanations animales, des principes miasmatiques de nature inconnue qui, à la longue, peuvent vicier l'air et causer des accidents graves. C'est ainsi que Ball a vu mourir des animaux dans une atmosphère non renou-

lée, bien qu'il eut soin d'absorber l'acide carbonique à mesure qu'il se formait, et de restituer l'oxygène à mesure qu'il était consommé.

Le miasme humain

Dans son travail sur la composition de l'atmosphère de Paris, Boussingault dit que l'air des grands centres de population présente, comme l'air confiné, une quantité considérable d'acide carbonique et matières organiques azotées (miasmes) constituant la malaria urbana dont les conséquences pathologiques principales étaient pour Léon Collin de deux ordres :

1^o Impression brusque de ce milieu sur le nouveau venu, impression pouvant se terminer par une forme morbide aiguë, la fièvre typhoïde ;

2^o Anémie lente et progressive chez les anciens résidents et les acclimatés.

Cette influence double fut comparée à celle de la malaria des campagnes insalubres : la malaria fébrigène qui donne : aux nouveaux venus les accès violents, parfois pernicioeux, aux indigènes et aux acclimatés l'anémie palustre.

L'influence morbide du miasme humain s'affirme spécialement dans les agglomérations hospitalières, dans certains milieux où s'accumulent pendant de longues années les produits de l'exhalation pulmonaire

et cutanée. Tels sont les bagnes, les prisons, les navires, où jadis l'air ne se renouvelait que par l'ouverture accidentelle et momentanée de portes et de fenêtres insuffisantes. A cette époque on admettait que le typhus pouvait naître, en dehors de toute contagion, de toutes pièces du miasme humain ; c'est ce que Gourrier concluait de l'observation suivante :

Une frégate : l'Ibraimieh relâche à Alexandrie où l'équipage vit beaucoup plus à terre que sur le navire dont ainsi toutes les pièces sont aérées abondamment. Pas d'épidémie de typhus à Alexandrie. La frégate appareille pour la France ; à mesure qu'elle s'approche de Marseille, le froid se faisant sentir l'équipage se calefautre en fermant toutes les issues : sabords et hublots des postes de couchage. Le typhus éclate et Gourrier l'attribue à l'influence du miasme humain.

Le miasme humain prend des conditions spéciales de nocuité et d'intensité sous l'influence de diverses modifications qui le produit : encombrement, famine, etc. L'état famélique a une influence énorme sur la production du miasme humain. Le manque de matériaux d'assimilation empêche l'élimination de produits excrémentitiels qu'ils sont appelés à remplacer. Ceux-ci deviennent une source d'infection pour l'organisme lui-même et pour ceux qui respirent les exhalaisons de cet organisme. Le miasme humain devient miasme typhique.

Les miasmes provenant de l'homme dans un milieu confiné, affectent bien moins l'odorat, mais sont bien plus redoutables comme causes morbifiques. Cette der-

nière observation peut servir d'introduction à la bactériologie des maladies infectieuses.

Dans les hôpitaux les affections s'aggravent dans le milieu qui leur a donné naissance, car elles continuent à y puiser le miasme dont elles émanent.

Ce qui semble prouver ou affirmer encore la théorie miasmatique, c'est l'amélioration obtenue dans la fièvre puerpérale par la dissémination des malades et la rareté relative de l'infection purulente, de la fièvre puerpérale dans les climats où le typhus est rare en raison de la douceur de la température qui permet une ventilation permanente des hôpitaux les plus considérables.

Un des derniers travaux sur la composition des miasmes fournis par le corps de l'homme est celui de Lemaire en 1867 ; cet auteur condense à l'aide du froid la vapeur d'eau atmosphérique et en étudie sa composition au microscope. Il trouve des différences considérables entre la composition de la vapeur d'eau recueillie à l'air libre, et celle de l'air confiné d'une caserne et d'une casemate. Au bout de six heures la vapeur d'eau recueillie dans l'air confiné contenait de nombreux corps diaphanes, des animalcules et des spores, alors que celle recueillie à l'air libre est restée pure pendant 48 heures. C'est la surface du corps et la respiration qui produisent les miasmes humains. L'air confiné se sature assez vite de la vapeur d'eau fournie par la peau et par les poulmons. Alors l'atmosphère ne pouvant plus en prendre, l'enveloppe cutanée se couvre de sueur.

LA THÉORIE DES MIASMES EXAMINÉE SUIVANT LES DONNÉES ACTUELLES DE LA SCIENCE

Les grandes découvertes de la fin du xix^e siècle ont annihilé complètement la théorie des miasmes et expliqué le pourquoi de certaines pratiques empiriques.

Les miasmes telluriques qui, pour les anciens, étaient causes de la fièvre typhoïde et des fièvres d'acclimatement qui surprennent tous les nouveaux-venus dans une grande ville (*malaria urbana*) ne sont autres que les bacilles du groupe Eberth-colibacille, s'attaquant à un organisme neuf soit par l'intermédiaire des mains sales soit par celui de l'eau de boisson souillée (Cette dernière condition ne se trouve plus de nos jours du fait de la purification des eaux potables) ; par ailleurs depuis la guerre la vaccination antityphoïdique devenue obligatoire dans l'armée, la marine et la plupart des grandes administrations tend sinon à faire disparaître la fièvre typhoïde du moins à en faire une affection rare.

A la campagne les miasmes telluriques prenaient la forme d'effluves des marais (*malaria fébrigène*) qui, sur

le nouveau venu, donnaient des accès aigus et parfois pernicioeux, ne sont plus depuis les travaux de Laveran (1880) et Golgi, que les hématozoaires du paludisme véhiculés et inoculés par l'anophèle. Il en est de même pour l'anémie palustre observée chez les indigènes.

Le miasme humain qui, pour Gourrier, était la cause principale du typhus n'est autre qu'un spirochète transmis par le poux, etc...

Au moyen âge, lors de la grande épidémie de peste de Marseille, on avait ordonné d'ouvrir les égouts et les cloaques ; à la même époque les médecins ordonnaient de respirer les émanations des latrines et de brûler de la corne dans les maisons pour se préserver des miasmes pestilentiels. Ambroise Paré dans ses œuvres conseille d'entretenir des boucs dans les appartements dans le même but... etc. Des travaux récents ont montré que ces pratiques anciennes pouvaient être justifiées par le fait que la présence de taux élevés de certains produits gazeux empêche le peuplement de l'air, d'où l'explication de la pureté microbienne relative de certaines atmosphères, que l'on serait tenté, *a priori*, de croire intensément polluées comme celle des égouts, des fosses d'aisance, etc.

L'ATMOSPHÈRE PURE. — CAUSES ET COMPOSITION DE L'ATMOSPHÈRE SOUILLÉE

La composition de l'atmosphère pure n'a pas changé ; les méthodes d'analyse qualitative et quantitative, plus perfectionnées que celles employées par les anciens, ont permis de déceler la présence des gaz rares en quantité infinitésimale et ne jouant aucun rôle dans les phénomènes normaux de la vie.

Les cultures bactériologiques de l'air pris au pôle, en pleine mer, aux sommets des montagnes n'ont pas poussé ; dans quelques cas elles ont donné quelques rares colonies.

On a de tous temps remarqué que l'air est plus sain à la périphérie d'une cité qu'en son centre, que celui de la campagne est plus sain que celui des villes et enfin que l'air d'une certaine altitude est plus pur que celui de la plaine.

Ainsi donc l'atmosphère est d'autant plus pure que la densité humaine est plus faible ; ce qui revient à dire que l'atmosphère n'est souillée que par les déchets de la vie qu'elle soit animale ou végétale et par les produits industriels (fumées et poussières), les gaz délétères, les gaz méphitiques et les microbes.

L'acide carbonique, les fumées et les poussières industrielles

Boussingault dans ses recherches sur la quantité d'acide carbonique contenue dans l'air de la ville de Paris, conclut que l'acide carbonique est en proportion plus élevé à la ville qu'à la campagne, mais la respiration et la combustion ne peuvent pas affecter l'atmosphère aussi rapidement qu'on le pense communément.

La pollution de l'air des grandes villes par les fumées préoccupe à juste titre tous les hygiénistes. Les nombreux travaux publiés en Angleterre et aux Etats-Unis démontrent la complexité du problème et les difficultés que l'on rencontre à la résoudre d'une façon satisfaisante.

Les nuages de fumées qui obscurcissent l'atmosphère de certains centres manufacturiers ne sont pas toujours produits par des particules de charbon en phase dispersée dans l'atmosphère, de même ces particules ne proviennent pas exclusivement de fumées plus ou moins épaisses rejetées par les cheminées. De nombreux facteurs interviennent en dehors de la nature du combustible, de sa composition chimique, de son état de division pour produire ces fumées.

Le rejet dans certains cas de produits gazeux en présence de traces d'autres corps, favorise la formation de nuées plus ou moins denses suivant l'état du milieu extérieur.

Il existe de nombreuses méthodes permettant de con-

naître avec assez d'exactitude le nombre des particules solides contenues dans un volume d'air et de déterminer ainsi son degré de transparence (Palmer, Anderson, Armspach, Aitken, Owen, etc).

Dans leurs recherches sur la pollution de l'atmosphère, d'Arsonval et Bordas se servant de la jauge de Owen modifiée (1925) ont trouvé sur la Terrasse du Palais Royal un dépôt de 12 grammes de poussières par mètre carré. Les habitants de certaines communes de banlieue sont encore bien moins bien partagés que ceux du centre de Paris ; c'est ainsi qu'à Vitry, D'Arsonval et Bordas ont enregistré le chiffre élevé de 1 kg. 592 gr. de poussières par mètre carré pendant le mois de février 1925.

L'emploi de charbon porphyrisé riche en cendres (30 %) est la cause de ces chutes abondantes de poussières impalpables qui pénètrent partout.

La situation se trouve aggravée du fait de la consommation de combustibles riches en soufre et en produits volatils. C'est ainsi que naissent les fumées jaunes qui obscurcissent à tel point la lumière du jour que les habitants sont obligés de s'éclairer tout le temps à la lumière artificielle en hiver et de demeurer, ce qui est plus grave, portes et fenêtres fermées pour éviter la fumée et les poussières de charbon.

Nous ne sommes pas placés, heureusement pour nous, en France, et à Paris en particulier, dans des conditions aussi déplorables pour la santé publique que celles dans lesquelles se trouvent les habitants de Leed, Glasgow ou Pittsburg.

Mais la situation tend à devenir inquiétante du fait du développement intensif du machinisme et de la consommation de combustibles solide et liquide qui projettent dans l'atmosphère de nos rues étroites des torrents de fumées, de gaz délétères, de poussières et d'odeurs suffocantes.

Les gaz délétères et les gaz méphitiques

Les gaz délétères qui souillent l'atmosphère proviennent des usines de produits chimiques, de gaz suffocants, ou de fabriques employant des substances volatiles et toxiques. Le brouillard mortel qui envahit la vallée de la Meuse en décembre dernier en est un douloureux exemple.

Le professeur hollandais V. Storm Van Leeuwen de Leiden a été chargé par la Commission d'hygiène de se rendre sur les lieux de la catastrophe et de faire son rapport.

« Le lundi premier décembre, écrit-il, se leva sur la plus grande partie de la Belgique et de la Hollande un opaque brouillard qui fut particulièrement épais dans la vallée de la Meuse. En l'absence de vent, ce brouillard resta en suspension dans la vallée jusqu'au mardi après-midi. Il disparut alors pour revenir le vendredi puis disparaître à nouveau le samedi. Les mardi et mercredi, ce brouillard fut particulièrement lourd dans la vallée, au sud de Liège. Cette vallée est fermée sur les deux côtés par des collines de 50 à 60 mètres de hau-

teur ; le brouillard ne monte pas au-dessus de l'arête du plateau.

« Le lundi et le mardi ne furent marqués d'aucun incident. Mais le mercredi vers midi l'alarme fut donnée et les médecins furent alertés toute la nuit et le jour suivant.

« La plupart des gens se plaignaient d'irritation des fosses nasales, de la bouche, de la gorge, de la trachée, des bronches. Leurs mucosités étaient rouges et abondantes. L'autopsie montra que ces mucosités venaient des grosses bronches et pas du tout des petites.

« Parmi les malades les uns présentaient une toux violente d'irritation, la fréquence de la respiration excédait 40 par minute, dans les cas sévères, une dyspnée violente s'installa rapidement, avec dilatation du cœur, pouls très fréquent et cyanose. 63 malades moururent. Leur maladie ne dépassa guère 24 heures.

« Le jeudi matin le brouillard disparut, et on ne nota pas de nouvelle mort, ni de cas nouveau de maladie. Les victimes qui étaient encore en vie se rétablirent rapidement ; et quelques jours après ne présentaient que de légers symptômes de maladie. Dans les cas très sévères on n'a pas décelé de signes d'inflammation au niveau des poumons (et l'autopsie n'en montra pas davantage) et l'auscultation ne dénotait que des ronchus et des sibilants.

« Parmi les cas sérieux et spécialement parmi les cas mortels on compte de nombreux vieillards, des asthmatiques, des bronchitiques, des cardiaques ; mais il est établi aussi que des jeunes auparavant bien portants,

ont présenté une forme grave de cette maladie alors que d'autres personnes qui ne sont point devenues malades ont été désagréablement affectées par des symptômes d'irritation de la gorge. On n'a pas remarqué de goût ou d'odeur dans l'atmosphère.

« Ceci est dû en partie à ce que les habitants étaient depuis longtemps accoutumés à l'atmosphère de leur région. Comme je passais dans cette région, je pus déceler très nettement que l'atmosphère renfermait de l'anhydride sulfureux.

« Il est des personnes qui sont devenues malades et sont mortes sans avoir quitté leur maison, et même leur lit. Ceci prouve que le brouillard, sous l'action de la température élevée des maisons où il pouvait pénétrer se vaporisait et, de cette manière impressionnait les bronches des habitants.

« Bien que ce brouillard fut en suspension dans toute la vallée de la Meuse et au-delà de ses limites, les cas de maladie se sont déclarés dans une région de 25 kilomètres de long sur 1 ou 2 kilomètres de large au sud de Liège. La ville de Liège elle-même fut épargnée ; Huy n'eut que quelques malades et pas de cas fatal, alors qu'à Engis, situé à 20 kilomètres au sud de Liège, on compta proportionnellement le plus grand nombre de malades et la plus forte mortalité. »

Voici quelle explication le professeur Van Leeuwen donne de la catastrophe. Il ne mentionne que pour l'écartier aussitôt l'hypothèse du manque d'oxygène, celle des gaz de guerre et celle de la pluie de sable du Sahara.

Il croit peu vraisemblable qu'un simple brouillard soit la cause d'une telle catastrophe, car il est d'autres régions où règnent à certaines périodes des brouillards épais et prolongés sans qu'il s'ensuive de ce fait de tels accidents. Liège qui fut pendant ces quelques jours sous le brouillard n'en fut nullement incommodée. Il convient si l'on veut rechercher la cause de la catastrophe, de considérer que la région sinistrée comporte de nombreuses usines où l'on traite le zinc, les superphosphates, et divers autres produits. En temps normal, l'air contient de ce fait de l'anhydride sulfureux, de l'acide fluorhydrique sinon d'autres composés irritants.

A cause de l'acidité de l'atmosphère et du sol, les champs environnants sont impropres à l'agriculture et au pâturage. Les éleveurs, à cause du dommage qui leur est causé par les industries, ont obtenu des indemnités de la part des usiniers. Dans une partie de la vallée, on a remarqué que les lampes électriques perdent leur transparence plus rapidement qu'ailleurs et les habitants connaissent bien la présence de produits irritants dans l'air qu'ils respirent, particulièrement au voisinage d'Engis.

Le professeur Van Leeuwen conclut que les substances toxiques existent en temps normal et en quantité appréciable dans l'air environnant.

En envisageant ce qui est advenu du premier au 3 décembre, on peut penser que l'air de la vallée était trop froid pour s'élever. D'autre part le calme de l'atmosphère excluait toute ventilation horizontale. Une concentration des gaz émanés des usines doit s'être pro-

duite et la limite de la tolérance humaine a été atteinte le 3 décembre.

On établira bientôt la quantité de produits toxiques dégagée par les usines ; mais un fait est à envisager : c'est que l'air contenait une trop grande quantité de produits dangereux spécialement au village d'Engis où plusieurs grosses usines étaient en activité.

On recherche actuellement quelles sont les émanations qu'on peut incriminer.

Ces événements sont d'une importance très grande envisagés du point de vue de la climatologie médicale, car ils montrent que dans une masse d'air froid stagnant, la concentration des produits toxiques peut atteindre les limites de la tolérance humaine, et ceci est vrai non seulement pour les gaz toxiques provenant des cheminées, mais pour ceux provenant d'autres sources : le sol par exemple.

Les gaz méphitiques.

Les anciens distinguaient déjà dans les effluves des marais ou autres les principes miasmatiques des émanations méphitiques. Ces émanations se rencontrent au voisinage des marais, des cimetières, des champs d'épandage et des gadoues. Elles sont dues à la putréfaction des produits organiques. Nous verrons dans le chapitre des conséquences, les troubles qu'elles occasionnent,

Les microorganismes de l'air

La pollution microbienne de l'air est proportionnelle à la densité humaine ; nous verrons plus loin les méthodes employées et les résultats obtenus dans l'étude de l'air confiné proprement dit.

DANS LES ESPACES CLÔS

Toutes les altérations de l'air si grosses de menaces pour la vie sont la suite forcée et à peu près exclusive des limitations que nous lui faisons subir. Tant que l'atmosphère reste largement ouverte et en libre communication avec ses diverses parties, grâce à son agitation incessante et aux réactions des ses éléments, elle neutralise dans son immensité toutes ses viciations locales ; mais aussitôt qu'une masse restreinte est plus ou moins isolée de ce vaste ensemble et se trouve ainsi soustraite aux équilibres assainissantes du brassage atmosphérique, le méphitisme qu'y versent des sources intarissables s'y accumule sans obstacle, si bien que par la solidarité de l'effet et de la cause le terme d'air confiné est devenu synonyme d'air malsain.

L'air confiné proprement dit

Nous avons vu que par air confiné on entend l'air non renouvelé où vivent plusieurs personnes. C'est en somme l'air vicié par les produits de la respiration ou de la vie humaine et animale.

On conçoit aisément que la pureté de l'air d'un espace clos soit inférieure ou au plus égale à celle de l'air extérieur. Par ailleurs, toutes les causes capables de vicier une atmosphère libre se retrouvent, mais à un degré plus fort, dans les espaces clos ou limités. Les foyers de combustion domestique, les appareils de chauffage et d'éclairage consomment de l'oxygène et donnent de l'acide carbonique comme résidu.

Les conduites de gaz ou les conduites d'aération des fosses d'aisance peuvent par des fissures accidentelles vicier l'air des appartements ou de toute autre espace clos ou limité.

Nous allons laisser momentanément de côté ces différentes causes de viciation de l'air pour nous occuper exclusivement de l'air vicié par la vie humaine ou végétale.

Il existe diverses méthodes de mesure du degré de viciation d'une atmosphère. Jusqu'à Henriet et Bouyssy (1911) on n'avait jamais fait de mesure directe de la viciation d'une atmosphère confinée. On évaluait approximativement la pollution de l'air d'après le taux d'acide carbonique qu'on y trouvait. Ce procédé manque absolument de précision, car la quantité d'acide carbonique indique plutôt le degré de ventilation que celui de viciation de l'air à cause du phénomène de condensation qui limite la pollution, phénomène mis en évidence par Henriet dans sa thèse (1906).

La nouvelle méthode de Henriet et Bouyssy est basée sur le fait suivant : étant donné que l'air pur est toujours oxydant et que les produits d'excrétion (fermen-

tation, transpiration de la peau, expiration pulmonaire, etc., etc.), sont tous réducteurs, la mesure des propriétés réductrices de l'air devait fournir les nombres rigoureusement proportionnels à la viciation, laquelle est due à la proportion plus ou moins grande de substances étrangères que contient l'air. Celles-ci presque toujours d'origine organique sont condensables par la vapeur d'eau.

Partant de ces observations la méthode consiste :

- 1° A recueillir par condensation un certain volume de vapeur d'eau dans l'atmosphère étudiée ;
- 2° A mesurer le volume d'air correspondant ;
- 3° A doser dans l'eau recueillie les matières réductrices par le permanganate de potasse.

Voici quelques nombres obtenus par cette méthode :

Air atmosphérique, parc Montsouris.	1
» » quartier de l'Hôtel de Ville. . .	10
Salles où vivent des animaux (cobayes, lapins, singes).	13
Imprimerie	13
Bureau mal ventilé	14
Couloir obscur mal ventilé.	17
Atelier de couture.	21

Ce procédé très simple est susceptible de rendre les plus grands services dans l'étude de l'hygiène des ateliers, des sous-marins, etc.).

Ces derniers résultats confirment ce qu'on savait déjà

que les produits émanés de l'homme ou excrétés par lui contribuent pour une grande part à la viciation de l'atmosphère non renouvelée. Mais c'est la respiration, qu'elle soit cutanée ou pulmonaire, qui joue le plus grand rôle. Voyons donc en quelques mots la physiologie de cette importante fonction,

Physiologie de la respiration

La respiration comprend deux grandes phases :

- 1° La respiration externe ou pulmonaire : ensemble des actes par lesquels l'oxygène pénètre de l'atmosphère dans le sang (milieu intérieur) et par lesquels l'acide carbonique s'élimine de ce milieu intérieur ;
- 2° La respiration interne ou des tissus constituée par des échanges gazeux qui ont lieu entre le sang et les cellules.

La respiration pulmonaire.

La composition de l'air inspiré est celle de l'atmosphère pure ou souillée que nous avons étudiée précédemment ; nous y trouvons : l'oxygène, l'azote, l'argon, le néon, le crypton, le xénon, le métargon, l'anhydride carbonique, l'ozone à l'état de traces, la vapeur d'eau en proportion variable, des traces de CO, d'hydrogène et d'hydrogène sulfuré, et en suspension dans l'atmosphère des substances minérales, des bactéries, des spores.

L'air respiré subit dans le poumon des modifications physiques et chimiques.

Modifications physiques de l'air respiré.

Ces modifications sont relatives au volume, à la température et à l'état hygrométrique de l'air. L'air expiré sort à une température voisine de celle du corps. D'où augmentation de volume. Mais cette augmentation de volume a pour seconde cause la quantité de vapeur d'eau dont l'air est saturé au moment de l'expiration. Tandis que l'air inspiré présente des variations notables d'état hygrométrique qui ont pour cause les variations du thermomètre et du baromètre, on trouve, au contraire, pour l'air expiré, une remarquable fixité d'état hygrométrique.

La perte d'eau quotidienne par les poumons est, chez l'homme, de 400 à 500 grammes.

Modifications chimiques de l'air respiré.

Si on fait l'analyse de l'air expiré en fixant la vapeur d'eau sur de la ponce sulfurique, l'acide carbonique par une solution de potasse et l'oxygène par combinaison directe dans l'eudiomètre, avec de l'hydrogène, l'azote et l'argon étant donnés par différence, on trouvera pour l'air expiré considéré à l'état sec :

Oxygène	16 %
CO ₂	4,4 %
Azote et argon. . . .	79,5 %

L'air inspiré dans les mêmes conditions était composé comme suit :

Oxygène.	20,96 %
Azote.	78,08 %
Argon	0,94 %
Acide carbonique. . .	0,04 %

La proportion d'oxygène a donc diminué de 4,9 %, celle de l'azote s'est accrue de 0,5 % et celle de l'anhydride carbonique s'est accrue de 4,36. Pour 4,9 d'oxygène utilisé, il y a donc eu 4,36 de CO^2 produit. Le plus généralement le quotient respiratoire

$$\frac{\text{CO}^2 \text{ produit}}{\text{O}^1 \text{ absorbé}}$$

est inférieur à l'unité. L'acide carbonique exhalé ne correspond pas à l' O^2 absorbé ; il lui est généralement un peu inférieur. Cela tient à ce que l'oxygène que l'on ne retrouve pas sous forme de CO^2 est éliminé à l'état d'eau.

On a trouvé en outre dans l'air expiré :

De l'acétone... 1 à 3 mgr.

Des traces d'ammoniaque surtout dans les cas de carie dentaire avancée ou de certaines affections pulmonaires.

Quant au léger excès d'azote existant dans l'air expiré (0,5 %) par rapport à l'air inspiré on le considère comme d'origine digestive ; il proviendrait de fermentation bactérienne intestinale des matières protéiques et après avoir été résorbé en partie, s'éliminerait par la voie pulmonaire.

La pollution de l'atmosphère d'une pièce due uniquement à la respiration pulmonaire se déduit par l'analyse uniquement de la respiration : Analyse faite par Richet et Hanriot.

Le sujet respire dans un masque s'appliquant exactement autour du nez et de la bouche et muni de sou-

papes de Müller qui permettent d'aspirer l'air dans un tube et de rejeter les gaz de l'expiration par un autre. L'air inspiré est mesuré dans un compteur à eau (1). L'air expiré passe d'abord dans un second compteur (2) qui en indique le volume, puis dans une colonne où l'acide carbonique est absorbé par une pluie de lessive de potasse tombant sur des billes de verre, puis dans un troisième compteur (3) qui mesure le nouveau volume. La différence des volumes indiqués par les compteurs (2) et (3) égale le volume d'acide carbonique éliminé par la respiration. Connaissant la température et la pression il est facile de calculer le poids de ce volume de gaz. On connaît d'autre part l'oxygène consommé par la différence de volumes indiqués par les compteurs (3) et (1).

On a pu ainsi fixer les chiffres moyens des échanges respiratoires. Un adulte du poids de 65 kilos absorbe au repos et en 24 heures environ 515 litres d'oxygène, soit 794 grammes. Dans des conditions identiques il dégage environ 460 litres d'acide carbonique soit un peu plus de 900 grammes.

Variations physiologiques des échanges respiratoires.

Le travail musculaire : Un travail énergique peut doubler et même tripler les chiffres donnés à l'état de repos.

L'augmentation la plus marquée porte sur la quantité d'acide carbonique, l'oxygène augmentant un peu moins.

Pendant le sommeil on constate une diminution des

échanges respiratoires atteignant $1/4$ environ de la valeur normale, cette diminution porte principalement sur l'acide carbonique. La femme a une activité respiratoire inférieure à celle de l'homme. L'âge exerce aussi une influence qui dépend surtout de l'influence de la taille.

La lumière, les bains froids, les basses températures exercent une influence stimulante sur les échanges respiratoires ; de même les variations de la pression atmosphérique.

Les variations pathologiques.

L'activité respiratoire est accélérée par les maladies fébriles.

La vapeur d'eau.

La vapeur d'eau joue un rôle physiologique important. Sa proportion règle l'exhalation de l'eau par les poumons, les reins et la peau.

II. — La respiration cutanée.

La respiration pulmonaire est complétée par la respiration cutanée ou perspiration. Cette respiration par la peau très importante chez les amphibiens est très faible chez l'homme et les animaux à sang chaud elle ne dépasse guère chez eux le centième de l'activité respiratoire pulmonaire.

Cette fonction peut être étudiée par des méthodes analogues à celles qui sont appliquées à la respiration pulmonaire. L'homme ou l'animal est enfermé dans une caisse hermétiquement close, mais dont le couvercle présente une ouverture dont les bords, garnis

de caoutchouc, s'appliquent exactement sur le cou. L'air dépouillé d'acide carbonique, circule dans cette caisse, puis à sa sortie barbotte dans une solution de baryte qui absorbe et permet de doser le gaz carbonique éliminé par la peau.

Scharling donne les résultats suivants : Pour un homme de 28 ans pesant 82 kilos CO^2 cutané = 8 gr. 95 pour 878 gr. 88 de CO^2 pulmonaire

En plus de cette respiration cutanée il y a la transpiration, la sudation.

La sueur, liquide sécrété par les glandes sudoripares, exerce comme on le sait un rôle régulateur de la chaleur animale. Nous éliminons, chaque jour, environ 800 grammes de sueur liquide de 1004-1005 de densité, acide au début d'une sudation, il devient progressivement neutre, puis alcalin. Il renferme, en moyenne, par litre 7 grammes de matières organiques, nous mentionnerons des graisses neutres, des acides gras volatils, de l'urée, de la cholestérine, de la créatinine, des lactates et un peu d'acide carbonique libre.

La sueur est un mode puissant d'élimination des alcalis (A. Gautier).

La sueur est très peu toxique. Cette toxicité augmente après un travail musculaire exagéré.

A l'état pathologique les albumines, les sels ammoniacaux, l'acide urique, l'acétone, etc... peuvent se retrouver dans la sueur.

De ce court aperçu de la physiologie de la respiration nous concluons que du fait seul de la respiration cutanée et pulmonaire l'atmosphère d'un espace clos où

se trouvent réunis plusieurs personnes s'appauvrit en oxygène, s'enrichit en acide carbonique et se surcharge d'acides gras volatils, d'ammoniac etc..., toutes substances toxiques à des doses variables. Il faut ajouter les microorganismes que nous allons étudier maintenant.

Etude bactériologique de l'air confiné

Dès la plus haute antiquité un certain nombre d'épidémies furent attribuées à la corruption de l'air ; Thucydide décrivant la peste d'Athènes du iv^e siècle avant J.-C., parle d'un venin pestilentiel. Plus tard au moyen-âge et jusqu'à la fin du xix^e siècle le venin pestilentiel fut remplacé par les miasmes pestilentiels. Ce n'est que la découverte du microscope et des infiniment petits qui marquèrent la fin de la théorie miasmatique et l'avènement de la bactériologie.

De nombreuses recherches ont été faites sur les microbes de l'air, de multiples et ingénieux appareils ont été imaginés pour la culture et la numération méthodique des microbes de l'air. Citons les appareils de Miquel, le filtre soluble d'Armand Gautier et enfin l'appareil de Strauss et Würtz que nous allons décrire :

Il se compose d'un flacon dont le fond rétréci contient la gélatine nutritive ; ce flacon est bouché par un bouchon à l'émeri en forme de tube effilé dont une extrémité évasée s'ouvre à l'extérieur et l'autre effilée plonge dans la gélatine nutritive. Près du goulot du flacon se trouve une tubulure latérale bouchée par un tampon d'ouate par où se fait l'appel d'air.

Voici quelques résultats des recherches de Miquel sur la densité du peuplement bactérien au Parc Montsouris et à la place Saint-Gervais, ces résultats sont les moyennes des recherches annuelles faites pendant 25 ans.

	Parc Montsouris	Place Saint-Gervais
Hiver	145	4078 germes au m ³
Printemps	270	6961 » »
Été.	298	10611 » »
Automne	226	7221 » »

Plus tard Langlois confirme les résultats de Miquel et il trouve rue du Sentier à 15 heures 5400 germes le dimanche et 63.000 en semaine.

Avenue du Bois, 1.575.000 le dimanche et 12.000 seulement en semaine après une pluie légère.

Avenue de l'Opéra, 450 à 8 heures du matin, 10.300 à 14 heures et 5200 à 15 heures après arrosage de la chaussée.

Autour de la Tour Eiffel au sol 2217 germes au m³ au 1^{er} étage 408 germes au m³ ; 2^e étage 96 germes au m³ ; au sommet 5 germes au m³.

Dans la forêt de Fontainebleau, sur la route de Melun 480 germes au m³ ; dans le bois à 300 m. de la circulation 30 germes au m³.

Route de Picardie, partie goudronnée, de 10 à 11 h. 1500, de 16 à 17 h. 2.740.000 ; partie non goudronnée, de 10 à 11 h. 5.400.000, de 16 à 17 h. 20.000.000.

La culture de l'air des fosses d'aisance, des sites désertiques, du Spitzberg, du pôle sud se sont montrées très pauvres en bactéries.

Le peuplement de l'atmosphère va croissant à mesure que le sol se dessèche. En hiver, le sol humide essaime peu de germes dans l'atmosphère.

L'insolation et la dessication de l'air atteignent leur maximum pendant la saison chaude, mais ces causes de destruction des germes sont contrebalancées par suite de la mise en suspension de fins éléments de la surface pulvérulente du sol riche en germes, action qui trouve son plus grand développement pendant la saison chaude.

On voit également le nombre des germes en suspension dans l'atmosphère croître avec la densité de la population et son agitation ; les chiffres relevés place Saint Gervais sont 20 fois plus élevés que ceux relevés au Parc Montsouris, mais la même variation saisonnière s'y maintient. Les oscillations journalières sont sous la dépendance étroite des événements météorologiques. Le minimum s'observe à 2 heures du matin, la circulation est presque nulle à cette heure-là. Une pluie de quelque durée purifie l'atmosphère.

Les crues microbiennes paraissent avoir lieu sous l'influence des hautes pressions et états hygrométriques faibles.

Dans les espaces clos les chiffres sont encore plus remarquables :

Au Salon de peinture, le vendredi, jour élégant à 12 h. 17.000, à 15 h. 81.000, à 17 h. 89.000 ; le dimanche, jour d'affluence. à 12 h. 990.000, à 15 h. 8.900.000, à 17 h. 14.000.000.

Dans les magasins de nouveautés de 30 à 70.000

germes au m³ les jours ordinaires pour 4.000.000 germes au m³ les jours d'exposition.

Dans les voitures du métropolitain on trouve proportionnellement les mêmes différences entre les voitures de premières et celles de seconde classe.

Des recherches faites sur la richesse microbienne de l'air expiré ont montré que cet air était vierge de tous germes ; mais il convient de faire des réserves sur la relativité des mesures. Certains microbes ne poussent que sur certains milieux ; autre part les microbes peuvent prendre des formes qui échappent à nos moyens actuels d'investigation. Par contre les gouttelettes de Pflügge qui s'échappent de la bouche, du nez et des voies respiratoires à l'occasion de la toux, de la parole, du baillement et de l'éternuement sont très riches en microorganismes et jouent certainement un très grand rôle dans la généralisation de certaines épidémies.

L'anthropotoxine

Nous ne ferons que citer ici l'anthropotoxine, ce poison (un alcaloïde sans doute) n'étant connu que par ses effets nous l'étudierons dans le chapitre des troubles, intoxications et maladies survenant chez les personnes vivant dans une atmosphère viciée ou confinée.

L'AIR CONFINÉ ET VICIÉ DANS DIVERS LIEUX

Dans les appartements et les ateliers de couture

L'air confiné, dans les appartements, les ateliers de couture, les bureaux et les banques, est vicié par les produits de la vie humaine : il est pauvre en oxygène, riche en acide carbonique et l'anthropotoxine y manifeste sa présence ; dans certains cas on peut y déceler la présence de gaz ou de produits toxiques d'origine extra humaine.

Les appareils d'éclairage et de chauffage contribuent à l'appauvrissement de l'atmosphère en oxygène et son enrichissement en acide carbonique. Le fonctionnement défectueux de ces appareils peut être dangereux. Le fourneau à pétrole, si employé autrefois, est une source d'oxyde de carbone et des produits de distillation du pétrole qui se répandent dans l'atmosphère d'autant plus facilement que cet appareil est généralement dépourvu de tuyau d'échappement. Les poêles transportables, qui s'adaptent à volonté dans telle ou telle pièce, peuvent être le siège de tirage inverse, d'où viciation

de l'air par l'oxyde de carbone. Les poêles en fonte chauffés au rouge laissent également passer ce gaz.

L'atmosphère des lieux que nous étudions dans ce chapitre peut encore être vicié par des dégagements gazeux des fissures des cheminées ou des murs, par les fuites des conduites de gaz.

Les ateliers des petites entreprises de couture peuvent être choisis comme type de démonstration de l'air confiné :

Dans des sous-sol ou des pièces habituellement construites, pour des appartements ordinaires se trouvent entassées de dix à vingt ouvrières (premières mains et petites mains) le cubage d'air serait suffisant si ces personnes n'y vivaient que quelques heures ; mais beaucoup de ces jeunes femmes déjeunent sur place d'un repas froid ou réchauffé chez la concierge de l'établissement. L'air chargé des senteurs du calicot et des étoffes de soie se trouve rehaussé à l'heure de midi des odeurs des aliments. Avant la reprise du travail, dans les ateliers qui se respectent, on ouvre les fenêtres un petit quart d'heure pour aérer et le travail de reprendre en jasant ou chantant. Et les gouttelettes de Pflügge sèment alors joyeusement la grippe ou toute autre maladie infectieuse dans tout l'atelier. Si une épidémie grave doit arriver elle commence d'abord dans les ateliers pour se généraliser ensuite dans les familles.

Ce qui vient d'être dit pour les ateliers de couture est vrai également pour les bureaux et les banques.

Dans les blanchisseries et les ateliers de repassage

La plupart des grandes blanchisseries sont dotées d'un outillage parfait et de techniques modernes qui évitent aux ouvriers et ouvrières la manipulation des linges sales, souillés et infectés. Malheureusement les petites blanchisseries où le triage et le marquage des linges sont faits d'une façon primitive sont encore trop nombreuses. A propos de blanchisseries nous voulons signaler un mode d'intoxication mortelle par l'oxyde de carbone rapporté par MM. F. Naville, directeur et Ch. Soutter, assistant de l'Institut de Médecine légale de Genève, dans le *Journal de Médecine de Lyon* (t. XXI, n° 261, page 671). L'intoxication se produit au cours du chauffage, sur des réchauds à gaz de gros récipients d'une cinquantaine de litres servant à la cuisson de la lessive. Les auteurs ont observé quatre cas de morts dus à une intoxication par l'oxyde de carbone dans ces circonstances. L'oxyde de carbone (CO) paraît se former par un processus complexe conditionné essentiellement par le faible espace qui sépare le brûleur du fond du récipient et par le diamètre excessif de celui-ci. Il en résulte trois conséquences qui toutes concourent à réaliser une combustion défectueuse du gaz avec production d'oxyde de carbone ; ce sont :

- 1° Un obstacle à l'échappement du gaz hors des trous du brûleur, ce qui diminue l'aspiration de l'air et son mélange du gaz comme cela doit se produire dans tous les appareils ;

2° Une insuffisance de l'aération de la flamme qui est étouffée sous le récipient ;

3° Le refroidissement de la flamme qui lèche largement le fond de l'ustensile refroidi par son contenu.

Les produits toxiques s'accumulent dans les pièces fermées et mal aérées, d'où tout le danger.

Dans les garages

Les gaz d'échappement des moteurs, ceux provenant de substances employées dans ces lieux (huile, produits décapants, caoutchouc, etc.) les produits de la respiration humaine plus intense du fait du travail musculaire énergique fourni empoisonnent littéralement l'atmosphère.

Nous ne ferons qu'énumérer les assemblées, salles de spectacles et de conférences, théâtres, cinémas, grands magasins, tavernes, prisons, écoles, amphithéâtres, transports en commun, bateaux, sous-marins, etc., où les mêmes sources de pollution de l'air se retrouvent à des degrés plus ou moins accentués suivant les cas.

Nous allons terminer ce chapitre en mentionnant les ateliers, usines, et mines où l'atmosphère est spécialement souillée par des poussières de charbon (mines), de verre (cristalleries, tailleries de pierres), de silice, de laine (trieurs de laine), etc.

Tels sont les éléments qui vicient l'air où vivent des hommes ; les troubles et dangers qui en résultent vont faire l'objet du chapitre suivant.

INTOXICATIONS, TROUBLES ET MALADIES
RESULTANT DE LA VIE
DANS UNE ATMOSPHERE VICIEE ET CONFINÉE

Certains produits provenant de la distillation de la houille réagissent d'une façon curieuse sur les eaux des rivières purifiées par le chlore. Les travaux d'Adams, de Race, de Rideal, Harold, Houston, etc... ont montré qu'une partie de phénol pouvait développer dans un million de parties d'eau un goût d'iodoforme assez intense pour rendre le liquide absolument imbuvable.

Il y a dans l'atmosphère de Paris et de sa banlieue nord, à certaines périodes assez de fumées et de produits phénoliques pour que les eaux de la Marne et de la Seine, stérilisées par le chlore, puissent acquérir le goût désagréable de l'iodoforme.

Ainsi les fumées de nos usines, comme celles de nos foyers domestiques peuvent agir directement sur la santé publique et indirectement sous les formes les plus variées et les plus imprévues. De plus ces nuées noires chargées de produits acides ont une action destructive sur les pierres de nos monuments et les statues de nos jardins.

Les accidents occasionnés par l'inhalation des pro-

duits de la combustion de la houille ont été décrits par de nombreux auteurs (Acher, Niven, A. Gautier, Wainwright, etc...) nous n'insisterons donc pas sur les désordres qui peuvent atteindre les muqueuses en général et l'arbre bronchique en particulier et préparer ainsi le terrain pour le développement ultérieur d'affections microbiennes des voies respiratoires.

Les poisons de l'atmosphère.

Les poisons volatils comme l'hydrogène sulfuré, l'anhydride carbonique, les toxines volatiles du germe pyocyanique, font fléchir les défenses de l'organisme. On ne saurait expliquer ces résultats par une action sur le microbe : certains des poisons employés affaiblissent d'une manière visible sa vitalité. Il semble d'autre part que les toxines répandues dans l'air inspiré soient capables, dans des conditions dont le déterminisme est encore à fixer, de provoquer un léger accroissement dans la résistance organique, en tous cas chez l'animal en expérience.

En définitive quand un individu qui a séjourné dans une salle d'hôpital contracte une des affections dont sont porteurs quelques-uns des malades de cette salle, on n'est pas obligé d'admettre qu'il a été contaminé, inoculé par un microbe pathogène en activité chez ces malades.

Ce mode de contagion est assurément possible ; néanmoins une autre interprétation se dégage des recherches de Charrin et Nittis (1898).

Dans ces salles d'hôpital on rencontre comme infection des processus à streptocoques, à pneumocoques, à

colibacilles, c'est-à-dire des pyrexies causées par des germes qui tous existent sur nos surfaces de revêtement et passent de temps à autre dans la circulation, à l'heure de la digestion plus spécialement, pour être rapidement détruits par les humeurs bactéricides antitoxiques ou par les cellules phagocytaires. Mais si ce passage s'effectue à l'instant où la respiration de CO_2 , de H_2S ou de toxines volatiles a affaibli la résistance de l'organisme le microbe virulent, loin d'être anéanti, pourra pulluler, évoluer, sécréter.

Ces expériences permettent d'entrevoir l'explication des explosions de maladies infectieuses comme l'influenza par exemple qui, un beau jour, frappe une ville entière de plusieurs milliers d'habitants en moins de 24 heures. Comment concevoir la genèse de tels accidents? Chaque personne a-t-elle reçu legerme pathogène virulent? Charrin et Nittis trouvent cette explication difficile à soutenir, car les infiniment petits transportés par l'air sont souvent atténués par la dessiccation, l'oxygène, l'ozone, la lumière, etc... Par contre on conçoit que l'atmosphère contienne un principe qui respiré par une foule de personnes en un court espace de temps, les affaiblissent toutes de la même façon puisque l'élément débilitant est identique. Dès lors les habitants soumis à une telle influence, incapables de réagir contre elle, se trouvent placés dans un état de réceptivité morbide qui, par son identité pour chacun des habitants, prépare les voies au même agent pathogène, à l'un de ceux qui constituent les hôtes habituels des revêtements cutanés ou muqueux.

Nous venons de voir que les poisons de l'atmosphère viciée diminuent la résistance de l'organisme et en font la proie des maladies infectieuses. Ces mêmes poisons peuvent aussi agir brutalement quand ils sont en quantité suffisante et surtout dans un espace restreint. Il s'agit alors d'une intoxication aiguë avec céphalée, phénomènes syncopaux et mort possible.

Balthazard démontre que l'acide carbonique est un poison et l'oxyde de carbone un gaz inerte très dangereux. En effet grâce à son affinité pour l'hémoglobine, des traces de ce gaz dans l'atmosphère sont suffisantes pour causer des accidents, tandis que l'acide carbonique est un poison peu redoutable, l'air respiré en renfermant exceptionnellement des quantités assez considérables pour que ses effets toxiques puissent se manifester.

Il faut élever à 24 % la teneur en acide carbonique de l'air suroxygéné pour voir mourir les oiseaux, à 40 % pour observer la mort des chiens. L'acide carbonique a pour densité, par rapport à l'air, 1,524 ; sa diffusibilité est donc faible et il s'accumule souvent dans les parties déclives. On connaît la célèbre grotte du Chien, dans laquelle les hommes n'éprouvent aucun malaise, tandis que les chiens respirant l'air des couches inférieures, riches en CO_2 , meurent rapidement.

L'asphyxie par l'acide carbonique s'observe chez les ouvriers puisatiers, lorsque le gaz dégagé par les matières végétales en décomposition s'infiltre dans les puits. La fermentation alcoolique dégage de grandes

quantités d'acide carbonique, et les accidents ne sont pas rares chez les vignerons, près des cuves de fermentation, et chez les brasseurs. Enfin, lors des exhumations, les fossoyeurs qui descendent dans les caveaux avant d'avoir pris la précaution de les ventiler peuvent se trouver brusquement plongés dans une atmosphère très riche en acide carbonique.

Dans toutes ces circonstances où la quantité d'acide carbonique inhalée est considérable, la mort survient très rapidement : au bout d'une ou deux minutes, les individus tombent foudroyés : le rappel à la vie est d'ailleurs la règle, lorsqu'il est possible de le ramener rapidement dans une atmosphère pure.

Il n'en est plus de même chez les individus qui respirent une atmosphère confinée ; en pareil cas la proportion d'acide carbonique augmente sans doute et la quantité d'oxygène diminue notablement ; mais il demeure bien établi que les accidents et même la mort surviennent bien avant que les modifications produites dans la composition de l'air soient suffisantes pour justifier les effets observés. Ce que l'on éprouve dans une atmosphère viciée par le séjour d'un nombre trop grand de personnes, ce qui produit ce malaise qui peut varier depuis une simple céphalalgie jusqu'à un anéantissement complet des forces vitales, n'est pas seulement dû à la chaleur, l'état hygrométrique de l'air, l'excédent d'acide carbonique et la privation d'oxygène, mais aussi à ce poison constitué par les émanations organiques rejetées par la peau et par les voies respiratoires. Ici l'air est bien plutôt empoisonné qu'irrespirable.

Tout porte à croire que les principes toxiques dégagés sous la forme de vapeurs dans l'acte respiratoire possèdent une très faible tension et atteignent très vite la saturation. Cette sorte d'intoxication de l'homme par l'homme ou par les animaux, cette atteinte à la vie par l'exercice même de la vie s'est imposée depuis longtemps à l'observation, bien qu'il ait été impossible jusqu'à présent d'en connaître et d'en isoler la cause. L'atmosphère confinée peut devenir de la sorte rapidement mortelle. On connaît plusieurs exemples d'empoisonnement collectif produit dans ces conditions :

Pendant les guerres de l'Inde 146 prisonniers indiens furent enfermés dans une chambre de 50 mètres carrés n'ayant pour ouverture que deux petites fenêtres donnant sur une galerie ; au bout de six heures, 96 hommes étaient morts ; 27 succombèrent un peu après ; au bout de douze heures 23 seulement étaient restés vivants.

A Paris, pendant l'insurrection de juin 1848, des prisonniers ayant été enfermés dans des caveaux situés au-dessous de la terrasse des Tuileries, plusieurs succombèrent.

Il convient de dire qu'en pareil cas, l'acide carbonique n'est pas le seul agent toxique. C'est ce que prouve notamment une expérience de Gavarret. Il fait respirer des animaux sous une cloche ; l'acide carbonique est absorbé au fur et à mesure qu'il se produit et remplacé par de l'oxygène ; néanmoins les animaux ne tardent pas à succomber. C'est que, dans certains cas au moins, l'air confiné contient un poison très actif qui résulte de la désassimilation des tissus vivants. On a incriminé

aussi l'excès de vapeur d'eau qui empêcherait l'exhalation de l'eau devant être éliminée par les poumons. Vers 1883 Pettenkofer, de Munich, constate que l'air vicié par les produits de la respiration et de la perspiration cutanée contient de l'hydrogène libre et de l'hydrogène protocarboné. Pour éviter toute chance d'erreur cet auteur s'est assuré par des contre épreuves que l'air introduit dans l'appareil ne contenait que de l'oxygène, de l'azote, de l'acide carbonique, de la vapeur d'eau, et une quantité infiniment petite d'hydrogène et que par conséquent l'hydrogène et le gaz des marais étaient bien produits par les animaux soumis à l'expérience. Le même expérimentateur a reconnu que la proportion des principes délétères était dans un certain rapport avec la quantité d'acide carbonique en excès. Il a déterminé de quelle quantité ce dernier doit surpasser dans un appartement sensiblement bien aéré le poids du même gaz existant dans l'air libre avant que les émanations organiques qui l'accompagnent agissent sur l'odorat et sur l'organisme d'une façon gênante. Il a trouvé que la proportion d'acide carbonique qui dans l'air libre est en moyenne de $6/10.000$, peut s'élever sous l'influence de la respiration dans une atmosphère confinée jusqu'à $1/1000$ avant que l'air acquiert une odeur désagréable. Ce n'est pas à cet excédent d'acide carbonique qu'il est possible d'attribuer l'altération de l'air, puisque l'expérience démontre que l'on peut vivre très à l'aise dans un milieu contenant $1/100$ d'acide carbonique, quand ce gaz est obtenu par la voie chimique. Le séjour dans un espace contenant $1/100$ d'acide carbo-

nique fourni par la respiration est au contraire intolérable. Il est bien rare que l'air le plus infect des prisons, des salles d'hôpitaux les plus malsaines en renferme cette proportion.

La proportion d'oxygène peut s'abaisser d'autant plus que l'espace est plus petit. La limite à laquelle l'air devient tout à fait irrespirable par défaut d'oxygène est au-dessous de celle que l'on fixe habituellement. Valentin a démontré, ce que les expériences de Paul Bert ont confirmé que des rats et des souris peuvent encore vivre avec 1 et même 0,5 % d'oxygène ; de même des carnassiers, voire aussi des oiseaux, résistent à la mort jusqu'à ce que la proportion d'oxygène s'abaisse à 3 et 4 % ; dans une atmosphère ainsi constituée la combustion s'arrête brusquement. Des troubles du côté de la respiration se manifestent bien avant que l'on descende au chiffre minimum d'oxygène. Valentin a montré que les chiens et les chats commencent à souffrir alors que l'air contient 10, 12 et même 15 % d'oxygène. Quand le chiffre s'abaisse à 6 ou 8 % la suffocation devient imminente.

L'excédent d'acide carbonique et la privation d'oxygène ne sont donc pas les seules causes des accidents qui surviennent dans une atmosphère confinée. Il y a en plus une substance organique toxique jouant un rôle important. Ce poison dont l'existence déjà signalée par Lavoisier, a été étudié par Brown-Sequard et d'Arsonval (1887). Il sera forcément plus abondant dans un lieu où vivent davantage de personnes. Mais il semble que sa toxicité ne se fasse sentir vraiment que si l'air

est confiné à l'excès : entassement d'êtres vivants dans un lieu où le cubage est manifestement, outrageusement insuffisant (Prisonniers entassés dans une cave, métropolitain aux heures d'affluence, etc...). Quoi qu'il en soit ces auteurs injectent dans les veines, dans le tissu cellulaire sous-cutané de lapins l'eau de condensation provenant de la respiration. A la dose de 4 cc., des phénomènes d'intoxication très manifestes sont déjà observés ; à partir de 12 à 15 cc., l'intoxication aboutit presque constamment à la mort dans un délai de quelques heures à quelques jours. Les principaux effets observés sont la faiblesse et l'accélération considérable du cœur (sans fièvre), une parésie généralisée, de la diarrhée, des modifications pupillaires (myosis ou mydriase). L'eau de condensation conserve toute sa toxicité lorsqu'elle a été soumise à l'ébullition. Elle a une réaction alcaline ; elle jaunit l'acide sulfurique concentré ; elle réduit le chlorure d'or et le nitrate d'argent ammoniacal. Le poison en question est donc une matière organique, probablement un alcaloïde (Wurtz fils). D'autres expérimentateurs ne l'ont pas retrouvé, du moins dans l'air expiré ; notamment Dastre et Loye qui n'ont rien obtenu en faisant respirer indéfiniment à un chien l'air expiré par un autre chien. Formanek (1900) montre que, dans les expériences faites pour établir la toxicité de l'air expiré les produits recueillis dont on éprouvait l'action contiennent de l'ammoniaque, mais que ce corps provient des excréta solides et liquides des animaux en observation. Il peut même provenir, chez l'homme, de décompositions intrabuccales, dans les cas,

par exemple, de caries dentaires. Ces dernières objections avaient été prévues par Brown-Sequard et d'Arsonval qui avaient signalé la présence de l'ammoniaque dans l'air expiré, mais en très faible quantité, insuffisante pour expliquer, même en partie, l'action délétère de cet air.

PURIFICATION ET ASSAINISSEMENT DES ATMOSPHÈRES VICIÉES ET CONFINÉES

Les fumées, les poussières et les gaz délétères peuvent être évités ; il suffit de vouloir, et de faire respecter les décisions administratives.

La loi sur le Smoke abatement a donné des résultats rapides en Angleterre. L'air de Londres est moins souillé depuis la campagne entreprise par le journal « The Lancet » contre la pollution atmosphérique par les fumées et les poussières.

La question des fumées et poussières déversées par les bateaux circulant sur la Seine, par les cheminées des locomotives ne diffère pas de celle des cheminées d'usines ou des cheminées domestiques.

Les bateaux mouches marchent au coke, les péniches automotrices sont munies de moteurs à explosion : ils n'émettent donc ni l'un ni l'autre de fumées dans l'atmosphère. Reste la question des remorqueurs. Pour ces derniers il faudrait les munir d'appareils destinés à diminuer la production des fumées : clapet ou registre dans la porte du foyer souffleur, fumivore Thierry, etc. C'est à l'aide de l'électricité que l'on s'est efforcé récemment de précipiter les poussières en suspension.

Olivier Lodge (1885) avait remarqué qu'une décharge électrique se produisant en vase clos au sein d'une atmosphère de poussières, précipitait les particules en suspension. Le P^r Cottrell utilisant cette observation, soumet les poussières à l'action d'un champ électrique qui agit perpendiculairement à la direction du courant de celles-ci. Ce résultat est obtenu en faisant passer le tourbillon dans un tube métallique relié à la terre et dont l'axe est parcouru par un fil en communication avec une source électrique à haut potentiel. Les poussières s'électrisent négativement ; elles sont soufflées vers les parois du tube où elles adhèrent faiblement de sorte qu'un léger choc les en détache aisément.

Le procédé Bordas ne diffère pas beaucoup du précédent ; le fil central de section triangulaire est parcouru par un courant de 30.000 volts ; le tube d'un diamètre de 0,20 cm. est à la terre et sa face interne est lavée constamment par une mince couche d'eau courante. La stérilisation de l'air par ce procédé s'est montrée efficace : une atmosphère polluée par 150 germes au mètre cube s'est montrée complètement stérile après avoir traversé l'appareil. Pour augmenter l'efficacité du procédé on pourrait ajouter une substance antiseptique active à l'eau. La purification de l'air par ce double processus physico-chimique trouvera son utilisation pratique pour l'hygiène des locaux plus ou moins confinés et mal ventilés ; appartements, services hospitaliers (salles de chirurgie, services de contagieux), services publics, écoles, théâtres, métropolitain, etc.

Pour les locomotives, il faut exiger la suppression

pure et simple des fumées en exigeant l'électrification totale des réseaux. Comme mesure transitoire on devrait employer la chauffe au coke pour les courts trajets et construire des centrales thermiques qui fourniraient l'eau chaude aux locomotives à une température de 95 degrés centigrades au moins ; ainsi se trouverait automatiquement supprimées ces rotondes où la mise sous pression des locomotives produit des fumées et des poussières qui rendent inhabitables les logements qui sont dans le voisinage.

Assainissement des atmosphères confinées des espaces clos

Dans la navigation sous-marine plusieurs procédés sont employés en vue de la régénération de l'air.

Il y a d'abord le procédé et les appareils à oxylythe. Ils ont besoin d'une grande surveillance ; leur entretien est complexe et difficile et leur action n'est pas énergique. On a ensuite le procédé des tubes d'oxygène. Le réservoir placé à l'abri des chocs débite le gaz qui, après barbotage dans l'eau pour le débarrasser de ses impuretés et le charger de vapeur d'eau, est distribué à l'aide de tuyauteries et de robinets dans des endroits convenablement choisis. En cas de besoin on prend pendant le temps nécessaire l'oxygène suffisant pour revenir au taux normal de l'air naturel. Son action sur les produits organiques ou sur les cellules animales entraîne la destruction des toxines volatiles et favorise l'activité des fonctions respiratoires et sanguines,

Les inconvénients de ce procédé sont qu'il demande un approvisionnement considérable en tubes d'oxygène, une manipulation délicate et qu'il ne régénère l'air que lentement.

Ces dernières années on a préconisé l'emploi de l'air comprimé dont l'effet est aussi intense, aussi rapide et aussi purificateur qu'on a besoin ; son maniement ne présente aucun danger même dans des mains inexpérimentées. Cet appareil comprend : des tubes réservoirs et des tuyauteries éprouvés et bien protégés contre les heurts et les violences accidentelles ; des détendeurs et des manomètres sont nécessaires comme moyen de contrôle et de mesure.

L'air comprimé barbote dans un liquide purificateur qui le débarrasse de ses impuretés avant de se répandre dans le milieu à régénérer. Le cas échéant, l'air comprimé refroidi par le passage dans des doubles parois, peut servir à rafraîchir certains lieux (compartiments de navire de guerre, cinémas, théâtres, etc.).

La nébulation est un procédé mécanique qui permet de projeter dans l'atmosphère un air comprimé chargé de substances aromatiques, antiseptiques ou correctrices de l'air vicié qu'on se propose de combattre. Par ce moyen on a obtenu la diminution du CO_2 , des matières organiques volatiles et des colonies microbiennes fixées sur les poussières, en même temps que la désodorisation immédiate et le retour à la proportion normale d'oxygène.

L'air comprimé, imprégné de produits antiseptiques grâce à la pression supérieure à celle de l'air ambiant

peut déplacer, non seulement dans une chambre fermée, mais aussi dans les interstices de la trame des étoffes et des tissus dont les mailles retiennent une certaine proportion d'air. Ce déplacement mécanique et ce remplacement d'air antiseptisé entraîne une désinfection en profondeur même sans augmentation de température et sans élévation importante de pression.

A condition d'agir avec un antiseptique ne nuisant pas aux cellules où à la constitution de ce qui doit être désinfecté, on obtiendra l'action purificatrice ou stérilisante ou correctrice désirée sans recourir à la chaleur en laissant toutes choses en place dans le milieu ordinaire et en transformant en même temps le milieu aérien en cause.

Les résultats sont certains, ils ne dépendent plus que d'une application en rapport avec les besoins et qui peut même prévoir la correction des atmosphères viciées ou contaminées.

Pour combattre la pollution microbienne de l'atmosphère que ce soit dans la rue ou dans les espaces clos, il faut éviter sa mise en suspension dans l'air.

Dans la rue on fera des arrosages fréquents de la chaussée et des trottoirs.

Dans les appartements on ne fera les nettoyages que par le vide pour les tapis et les parquets cirés, au moyen de la serpillière humide pour les dallages et les planchers cimentés.

Le balai devrait passer à l'état de curiosité de musée.

Tout ceci serait insuffisant dans les lieux où se trou-

vent réunies plusieurs personnes. Là, il faut assurer un renouvellement intense et continu de l'air.

Dans les aquariums pour permettre aux poissons de vivre ce n'est pas un liquide agité par une hélice qu'on leur donne, mais une eau courante pure, prise souvent très loin du lieu. Pourquoi n'agirait-on pas d'une façon analogue pour l'homme des grandes villes ou vivant dans une atmosphère confinée.

Il y a encore trop de lieux publics ou non où fonctionnent ces appareils dangereux qu'on appelle des ventilateurs. Ils ne ventilent rien du tout, mais agitent l'atmosphère, soulèvent de la poussière, mettant ainsi en suspension de nombreux germes dangereux.

Dans les tavernes, les salles de spectacle, etc., il faut installer de puissantes turbines qui aspireraient l'air vicié cependant que d'autre part on comble le vide ainsi causé par de l'air pur. Nous avons vu que ce résultat était obtenu sur les navires de guerre et les sous-marins au moyen de tubes d'air comprimé.



CONCLUSIONS

Les sources de pollution de l'atmosphère sont innombrables, le développement du machinisme moderne en est un des facteurs principaux.

L'air recèle encore des secrets que nos moyens actuels d'investigation ne permettent pas de découvrir.

L'anthropotoxine si manifeste dans ses effets est toujours une énigme pour les chercheurs.

Les douloureux accidents produits par les brouillards de Liège indiquent que la lutte contre les fumées, les poussières et les gaz délétères dont nous inondent les usines et nos foyers domestiques doit être poursuivie systématiquement. Pour les premières les procédés Cottrel et Bordas sont pratiques. La généralisation de l'emploi de l'électricité comme source de lumière et de chaleur est, nous le croyons, la meilleure solution pour les foyers domestiques. Du même coup quelques sources importantes d'oxyde de carbone (fourneaux à pétrole, poêles, gaz d'éclairage) passeraient à l'état de souvenir.

On a adapté avec succès des silencieux aux moteurs à explosion. L'effort des savants devrait se porter sur la neutralisation et l'absorption des gaz d'échappement de ces mêmes moteurs ; ainsi se trouverait résolu le problème si obsédant de la pollution de l'air par les voitures automobiles.

Dans les atmosphères confinées : salles de spectacle, cinémas, etc., on assurera un renouvellement intense et continu de l'air.

Dans les transports en commun, les lieux publics ou non où se trouvent réunies plusieurs personnes, on évitera à tout prix la grande dissémination des gouttelettes de Pflügge. C'est là une affaire d'éducation de la foule, éducation qui devrait être commencée dès l'école maternelle.

Nous croyons qu'une campagne par voie d'affiche serait très efficace :

NE CRACHEZ PAS PAR TERRE.
METTEZ LA MAIN
OU MIEUX
UN MOUCHOIR DEVANT LA BOUCHE
QUAND
VOUS TOUSSEZ, ÉTERNUEZ OU BAILLEZ

En temps d'épidémie ces recommandations devraient être strictement d'observées.

La vie moderne ne permettant pas d'éviter la promis-

cuité et l'encombrement dans les lieux publics et les transports en commun, il faudrait, en plus de l'aération et de la ventilation, faire des pulvérisations de vapeurs antiseptiques pour en assainir l'atmosphère.

Vu, le Doyen,
BALTHAZARD

Vu, le Président de la thèse
TANON

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris
CHARLÉTY.

BIBLIOGRAPHIE

ARCHAMBAUD. — Le service médical et l'hygiène dans les théâtres (*Rev. méd. Paris*, 1908, VIII, p. 335).

BALTHAZARD. — Médecine légale.

BARIOT. — Essai sur l'air considéré comme cause de maladies, Lyon 1812.

BERRY. — Un nouvel appareil pour doser le degré de viciation de l'air, carbaadomètre et caraxydomètre (*Ann. Soc. méd. et chir. de Liège*, 1897, XXXVI, p. 247-254).

BERTHOD. — Sur l'hygiène dans les théâtres (*Cong internat. d'assainissement de l'habitation*, Paris, 1904-1905, p. 139 et *Journ. de méd. de Paris*, 1904, 2^e s., XVI, p. 412).

BERTRAND. — Hygiène dans la rue et dans l'habitation (*Cong. de soc. sav. de Paris et des départ.*, sect. sc., Paris, 1902, n. s. XXVIII, 252-255).

BIETTE. — Mesures d'hygiène et de sécurité appliquées dans les travaux du métropolitain de Paris (*Journ. of state medic.*, London, 1914, XXII, p. 402-411).

BILLINGS, MILCHELL et BERGEY. — The composition of expired air et its effects upon animal life (*Répertoire Smithsonian Inst.*, 1895, Washington, 1896, p. 349-412).

BELION. — Le nouvel opéra de Marseille, conditions d'hygiène (*Ann. d'hyg. Paris*, 1925, n. s., 111, p. 341).

BINI. — La ventilazione nei teatri (*Riv. di igianer San*, Torino, 1906, 11, p. 35).

BONNAFONT. — Sur quelques modifications à introduire

dans les salles de théâtre au point de vue de l'hygiène des artistes et de l'éclairage de la scène (*Ac. des sc. de Paris*, 1861, p. 35).

BORDAS. — La pollution de l'air par les fumées et les poussières (*Médecine*, décembre 1928, p. 705).

Les fumées et les poussières émises à Paris par les remorqueurs flottants, etc., ainsi que par les locomotives des compagnies de chemin de fer (*Ann. d'hyg.*, octobre 1928, p. 610).

BOUSSINGAULT. — Recherches sur la composition de l'atmosphère ; sur la possibilité de constater des miasmes ; sur la présence d'un principe hydrogéné dans l'air (3^e s. 1844, t. X, p. 456, *Ann. de Phys. et chimie*).

BOYER. — La désodorisation des tunnels du métropolitain par l'ozone (*Nature*, Paris 1925, LHI, 2^e partie, p. 97-99).

BRUNET. — Assainissement des atmosphères confinées des navires de guerre (*J. de méd. de Bordeaux*, 1924, 599-601).

CARTWRIGHT. — Pratical hygiene for students : ventilation (*San. recueil*, London, 1900, XXV, 17-20).

CHARRIN. — Les poisons de l'atmosphère et la résistance organique (*Ann. d'hyg.*, Paris, 1898, 3^e s. XL, 238-246).

CLARK. — Recent investigation upon the poisonous property in expired air (*J. Am. med. Assoc.*, Chicago, 1895, XXV, 17-20).

D'ARSONVALD. — Détermination du degré de souillure de l'atmosphère (*Ac. des Sc. Paris*, 1926, CLXXXII, 823-825).

DECHAMBRE. — Dictionnaire.

DUBAC. — L'air ; effet de son impureté sur la santé ; principes d'hygiène, moyen de prolonger la vie, danger à éviter nos ennemis invisibles (Paris, 1909).

DUBAC. — La boue atmosphérique (*Presse médicale*, 24 août 1929, p. 1113).

FARMACHIDIS. — Ricerche sperimentali sulla presenza di antropotossine nell'aria espirata (*Policlinica*, Roma, 1913, XX, sez. medic, 116-138, 1 pl.).

FICHET. — Le théâtre hygiène et sécurité (*Thèse de Bordeaux*, 1899-1900, p. 68, n° 15).

FISCHER. — Die Heizung, Luftung und Beleuchtung der Theat und versamlungs Saele (*Cong. internat. d'hyg. et de démographie*, 1894, Budapest, 1896, VIII, 4^e pr., p. 594).

GARDENCHI. — Ricerche interne all'aria espirata et confinata (*Giorn. d. r. soe ital. d'igiene*, Milano, 1904, XXVI, 327-386, 421).

GAUTIER A. et GRIGAUT. — La viciation de l'atmosphère des villes par les foyers industriels ou domestiques (*Cong. internat. d'hyg. et de démogr.*, Paris, 1900, X, p. 322-323).

GERHARD. — Treater sanitation (*Am. publ. health Assoc.*, Rep. Columbus, 1898, XXIV, p. 103). — Needed improvements in theater sanitation (*Popul. Sc.*, Monthly, N. Y. 1900, LVI, p. 84).

GIRARD. — La saleté au théâtre (*J. de méd. de Paris*, 1902, 3^e s., XIV, p. 62).

GUILLERD. — Les microbes de l'air (*Ann. d'hyg.*, Paris, 1923, n. s. I, 645-671).

GUILLERD. — Nature, Paris 1924 (LII, pt. I., 357-362).

GRAHAM SMITH. — Les microorganismes dans la Chambre des Communes (*J. d'hyg.* Cambridge 1903, III, 498-514).

HARTLEY. — Rebreathed air as a poison per se (*Lancet*, Lond., 1898, II, 744-746).

HENRIET et BOUISY. — Sur une méthode de mesure du degré de viciation d'une atmosphère confinée (*Ac. des Sc.*, Paris 1911, CLII, 1180-1183).

HERBST. — Die Luftung des neuen Stadttheater in Köln (*Centralbl f. allgem. Gesundheitspf.*, Bonn. 1906, XXV, p. 405).

HILL. — The relative influence of the heat and chemical immunity of the close air (*Proc. physico. soc.*, Lond, 1910 XII, p. III).

HOLIMAN. — Ventilation of the hudson river tunnel (*Soc. Amer. N. Y.*, 1920, CXXIII, p. 249).

KING. — The moving picture show, a new factor in health conditions (*J. Am. med. Ass.*, Chicago, 1909).

KINIOCH. — The constituents of fresh and vitiated air and their signification in problems of ventilation (*Brit. m. j. Lond.*, 1922, XVIII, p. 356).

KRELL. — Bau und Betrieb der Heiz und Lüftungseinrichtungen des neuen Theaters in Nürnberg (*Gesundh. Ingénieur*, 1907, XXX, p. 313).

LANGE. — Über den Nachweis von Giftstoffen der Ausatemungsluft am isolierten Froschenherzen (*Ztschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh.* Leipzig, 1914, LXXVIII, p. 65-86).

LAVOISIER. — Sur les altérations qui arrivent à l'air dans plusieurs circonstances où se trouvent les hommes réunis en société (*Hist. de l'Ac. royale des sc.*, 1782, p. 569).

LEBLANC. — Sur la composition de l'air confiné (Recherches) (*Ann. de chim. et phys.*, 3^e s. 1847, t. V, p. 223).

LEBLANC. — Recherches sur la composition de l'air dans qq. mines (*Id.*, 1845, t. XV, p. 488).

LEVY. — Recherches sur la composition de l'atmosphère (*Ibid.* 1843, t. VIII, p. 425 ; 1852, XXXIV, p. 5), Sur la respiration des animaux (*Ibid.* 1849, t. XXVI, p. 299).

MANGIN. — Sur la végétation dans une atmosphère confinée par la respiration (*Ac. des sc.*, Paris, 1896, CXXII, 747-749).

MEYER. — A toxic substance in human expired air (*Am. J. hyg. Balt.*, 1923, III, 483).

MORIN. — Note, rapport relatif à la ventilation des théâtres (*Acad. des Sciences*, Paris, 1861, LIII).

MORIN. — Note sur la ventilation des nouveaux théâtres de Paris (*Acad. des Sciences*, 1863, LVI, p. 365).

NEWMANN. — L'aria nei teatri « Odéon » e « Vittoria » (*R. Intern. d'igiene*, Napoli, 1895, VI, p. 193).

PFUTZNER. — Die Lüftungs der theater (Gesundh. Ingénieur, München; 1906, XXIX, p. 33).

QUÉNU. — Les microorganismes de l'air dans les salles

d'opération. Recherche d'un procédé de désinfection (*Soc. de chir*, Paris, 1902, ns. XXVIII, 252-255).

SALUTARI. — Physico chemical changes in respirable airon various types of ships in peace and war. Methode of purifying air (*Ann. di med. nar.* 2 : 258-271, novembre-décembre, 1929).

SAVI. — Considérations de l'insalubrité de l'air dans les Maremmes (*Ann. de chirur. et phys.*, 1841, t. III, p. 344).

SCHARLING. — Recherches sur la quantité de CO² expiré par l'homme dans les 24 heures.

SCHADER. — Effect of atmospheric pollution upon incidence of solar ultra violet light (*Am. J. pull health*, juillet 1929).

SEIDELLA et MESERVE. — Gaseous impenities in the air of railway tunnels (Washington, 1914).

STADLER. — Cinematograph, threaten in the spread on infection (*Medid. officer*, London, 1911, VI, p. 244).

SENEBIERT. — Rapport de l'air avec les êtres organisés, (Genève, 1810).

SUPPLE. — CO², NH³, H²S in air of habitation (*Arch. f. hyg.* t. XCVIII, 1928).

TANON. — Précis d'hygiène.

TRIPPIER. — Sur la ventilation et l'éclairage de salles de spectacle.

TRILLAT. — Sur la théorie miasmatique (*Ann. I. Pasteur*, 1912).

VARRON. — Dissertation sur certains états de l'atmosphère considérés comme causes de maladies (*Thèse Paris*, 1807, n° 35).

VIBERT. — Toxicologie.

WEISSMANN. — Biochemical studies of expired air in relation to ventilation (*Easton Pensylvania*, 1913, p. 977. Eshenbach, édit.).

WILLONGHBY. — The impunitier of espiredair and ochletic prisonning (*San. rec.*, London, 1897, n. s. XX, 193).

WALLMANN. — Special problem in atmosphéric pollution (*Am. J. publ healer*, 20 mars 1930).

1931. Saint-Amand (Cher). — Imprimerie A. CLERC.
